
CHROMOSOMENUNTERSUCHUNGEN AN GASTROPODEN
(STYLOMMATOPHORA)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II

der

UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

Martin Rainer
aus Zürich

Begutachtet von Herrn
Prof. Dr. H. Burla

Zürich 1967

Gewidmet meiner Frau Beatrice



Abdruck aus "Malacologia", 1967, Band 5, Heft 3

CHROMOSOMENUNTERSUCHUNGEN AN GASTROPODEN (STYLOMMATOPHORA)

Martin Rainer

Zoologisches Museum der Universität Zürich
Schweiz

ZUSAMMENFASSUNG

Bei 33 chromosomal unbekannten Stylommatophoren und 2 Prosobranchiern wurde die Chromosomenzahl ermittelt, bei 8 Heliciden, 4 Clausiliiden und einem Prosobranchier wurde sie bestätigt.

Die neu ermittelten Chromosomenzahlen (n) sind: *Pomatias elegans*, *P. costulatus*, 13; *Cochlicopa lubrica*, 26; *Abida secale*, *Chondrina avenacea*, *C. similis*, 30; *Ena montana*, *E. obscura*, *Zebrina dendrita*, 24; *Succinella oblonga*, 11 und 12; *Discus rotundatus*, 29; *Vitrea diaphana*, 20; *Laciniaria plicata*, 24; *Delima itala*, *Papillifera papillaris*, 30; *Graciliaria strobili*, 24; *Candidula unifasciata*, 27; *Helicella itala*, *H. cretica*, 26; *Monacha cantiana*, 23; *Trichia unidentata*, *T. sericea*, *T. villosa*, *Euomphalia arpatschaina*, 23; *Helicodonta obvoluta*, 27; *Helicigona achates*, 30; *H. pouzolzi*, *H. setosa*, 29; *Isognomostoma isognomostoma*, *I. holosericum*, 30; *Euparypha pisana*, 28; *Helix dormitoris*, *H. lucorum*, 27; *Eobania vermiculata*, 27; *Caucasotachea lenkoranea*, 30.

Arten aus Jugoslawien, Persien und der Türkei zeigten im Vergleich mit verwandten europäischen Arten keine chromosomalen Besonderheiten.

Die Zusammenhänge der Chromosomenzahlen mit der Systematik wurden geprüft: In einigen Familien (Chondrinidae, Enidae, Bradybaenidae) sind die Chromosomenzahlen einheitlich, in andern, vor allem bei den Helicidae variieren sie stark. Innerhalb der Unterfamilien der Helicidae können die Chromosomenzahlen entweder einheitlich sein, nur um 1-3 Chromosomen variieren oder wie bei den Helicinae und Helicellinae grössere Unterschiede zeigen. Gattungen weisen meist nur eine einzige Chromosomenzahl auf, wo nicht, ist die Gattung gewöhnlich in Untergattungen aufgeteilt.

Die Helicidae wurden genauer untersucht, wobei neben der Chromosomenzahl auf besondere Merkmale wie Chromosomengrösse und Verteilung der Chiasmata geachtet wurde. Auf Grund der Karyotypen ist die Unterteilung der Unterfamilie Helicellinae in die Tribus Helicelleae und Monacheae gerechtfertigt, wobei aber *Cochlicella acuta* dem Tribus Monacheae zuzuteilen wäre. Chromosomensätze von Arten verschiedener Untergattungen oder Gattungen mit gleicher Chromosomenzahl lassen sich durch die Grössenverhältnisse der Chromosomen und anhand von Chiasmata meistens unterscheiden (Helicigoninae). Bei den Helicinae bildet *Cepaea* einen Sonderfall. Innerhalb derselben Gattung kommen 2 verschiedene Chromosomenzahlen vor: 22 und 25. BALTZER (1913) vermutete einen Zerfall des auffallend grossen Chromosoms, das bei *C. nemoralis* und *C. hortensis* (beide n=22) vorkommt, in mehrere kleine Chromosomen bei *C. vindobonensis* (n=25). Bei *C. silvatica* (n=25) fand ich aber ebenfalls ein grosses Chromosom; nur bei *C. vindobonensis* könnte BALTZERs Theorie zutreffen. Auf Grund der verschiedenen Karyotypen scheint eine Unterteilung der Gattung *Cepaea* in 2 Untergattungen angebracht. Es wurde auch eine Lokalf orm von *C. hortensis* mit 30 statt 22 Chromosomen gefunden.

In einer Population von *Succinella oblonga* wurden 2 verschiedene Chromosomenzahlen gefunden (n=11 und 12).

Im allgemeinen stimmen die zytologischen Befunde mit der modernen Klassifizierung der Stylommatophoren überein.

EINLEITUNG

Mit der Zytotaxonomie der Gastropoden beschäftigten sich bisher nur wenige Autoren. M. PERROT (1938) leistete auf diesem Gebiet Pionierarbeit. Er ermittelte die Chromosomenzahlen von 20 Pulmonatenarten, von denen die meisten der Familie Helicidae angehörten. Die Ergebnisse prüfte PERROT auf ihre Eignung als Bestimmungsmerkmal. Ausserdem schloss er von den Chromosomenverhältnissen auf Verwandtschaft zwischen gewissen taxonomischen Einheiten. Frühere Autoren, z. B. J. L. PERROT (1930, 1934) oder KLEINERT (1909), beschrieben den Ablauf der Reifeteilungen und stellten die Chromosomenzahlen fest. Erst in den letzten Jahren wurden die zytologischen Befunde an Gastropoden auch taxonomisch ausgewertet. LE CALVEZ & CERTAIN (1950), INABA (1950, 1953, 1959b, c), STAIGER (1950a, b; 1954), BURCH (1959, 1960a, b, c; 1961) und NISHIKAWA (1962) behandelten zytotaxonomische Fragen an Prosobranchia, Nudibranchia und vor allem an Basommatophora.

BURCH diskutiert in verschiedenen Arbeiten (1960b, 1961) die Frage nach dem Wert der Chromosomenzahlen für die Schneckensystematik. Die Chromosomenzahl allein ist nach BURCH nur zur Unterscheidung höherer taxonomischer Einheiten von Bedeutung, während für niedrigere Einheiten weitere Merkmale zur Charakterisierung eines Chromosomensatzes beigezogen werden müssen.

Mit Stylommatophora beschäftigten sich ausser M. PERROT (1938), HUSTED & BURCH (1946), welche die Familie Polygyridae untersuchten und INABA (1959a), der 29 Spezies aus 6 Familien prüfte.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Chromosomenzahlen von 19 Heliciden, 14 andern Stylommatophoren und 2 Prosobranchiern bestimmt. Ausserdem konnten die Chromosomenzahlen von 8 weiteren Heliciden, 4 Clausiliiden und einem Prosobranchier bestätigt werden. Bei *Cepaea hortensis* fand ich eine neue Variante.

Meine Arbeit bestätigt und ergänzt die Befunde PERROTs; die taxonomischen Zusammenhänge lassen sich auf Grund des grösseren Materials besser beurteilen. Dank neuer Präparationstechnik schien es mir lohnend, auch einige von PERROT (1938) bereits untersuchte Arten nochmals vorzunehmen.

Von den 2 Möglichkeiten, anhand vieler Individuen und Populationen die Chromosomenverhältnisse weniger Arten zu untersuchen, oder an wenigen Tieren möglichst viele Arten zytologisch zu bestimmen, wählte ich die zweite. Deshalb habe ich gelegentlich ein einziges Tier als repräsentativ für die Art betrachtet. Ich bin mir bewusst, dass darin die Gefahr einer Fehlbestimmung liegt. Die Übereinstimmung der Chromosomenverhältnisse vieler Individuen vom selben Fundort oder von Individuen verschiedener Fundplätze, die ich gelegentlich feststellen konnte, sowie die Übereinstimmung meiner Resultate mit denen PERROTs sprechen gegen einen prinzipiellen Fehler dieses Vorgehens.

An dieser Stelle danke ich in erster Linie Herrn Prof. Dr. H. BURLA, der die Anregung zu dieser Arbeit gab und ihre Durchführung ermöglichte, für seine verständnisvolle Hilfe und für die Korrektur der Arbeit. Frl. Dr. E. HAUSCHTECK und besonders Frau A. GISMANN danke ich für wertvolle Ratschläge und für die Durchsicht des Manuskripts. Zu grossem Dank verbunden bin ich Herrn Dr. L. FORCART, Basel, für seine freundliche Unterstützung bei der Bestimmung etlicher Arten. Schliesslich danke ich für die Beschaffung von Material aus West-, Mittel- und Südeuropa Herrn Prof. H. BURLA, Herrn Dr. L. FORCART, Herrn H. JÜNGEN und Herrn W. GÖTZ, Zürich; letzterem auch für die Funde aus Jugoslawien, Persien und der Türkei, die während zweier Expeditionen des Zoologischen Museums Zürich gesammelt wurden¹.

¹Unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds

MATERIAL UND METHODE

Zu Beginn meiner Arbeit untersuchte ich ausschliesslich einheimische Arten, später auch solche aus dem Ausland, die mir als Vergleich mit einheimischen Arten derselben Gattung oder Unterfamilie wertvoll schienen.

Fundorte und ihre Biotope, Fund- und Fixierungsdaten erwähne ich bei der Beschreibung der betreffenden Arten. Häufig konnte ich die Schnecken nicht sofort nach dem Einbringen verarbeiten. In solchen Fällen bewahrte ich sie auf feuchtem Papier in Bechern auf und fütterte sie mit Salat oder Karotten, die von den meisten Arten in grossen Mengen gegessen wurden. Unter diesen Bedingungen blieben die Tiere lange Zeit am Leben. Zur Untersuchung der Chromosomen verwendete ich hauptsächlich verschiedene Reifeteilungsstadien der Spermatogenese. Das hat die Vorteile, dass die Chromosomen grösser sind als in Mitosen und dass sich bei hohen Chromosomenzahlen die Tetraden sicherer zählen lassen als doppelt so viele Mitosechromosomen. Ausserdem findet man meistens zur Untersuchung geeignete Teilungsstadien in der Zwitterdrüse, wenn man die Tiere im Laufe des Sommers fixiert. Ich fand Reifeteilungen von April bis Oktober. Es kam vor, dass von 2 Individuen einer Art das eine Tier viele, das andere keine brauchbaren Reifeteilungsstadien aufwies, obwohl sie vom selben Ort stammten und gleichzeitig fixiert wurden.

Die folgende Methode eignete sich zur Herstellung der Präparate am besten: Die herauspräparierten Zwitterdrüsen wurden mit Essigsäure (45%) 1-3 Stunden lang fixiert. Wenn ich das Material nicht sofort weiterverarbeiten konnte, fixierte ich mit Essigsäure von ca. -8°C , um Mazerieren zu vermeiden. Bei dieser Temperatur lässt sich das Gewebe im Fixierungsmittel monatelang aufbewahren, ohne Schaden zu nehmen. Die fixierten Zwitterdrüsen wurden stückchenweise unter silikonisierten Deck-

gläsern im Fixierungsmittel gequetscht, anschliessend auf Trockeneis gefroren, das Deckglas abgelöst und das Präparat in Alkohol (96%) gestellt. Darauf hydrolysierte ich die Präparate 7-10 Minuten in 1N-HCl bei 60°C und färbte sie bei gleicher Temperatur 1/2 Stunde, bei Zimmertemperatur mindestens 12 Stunden, mit Hämatoxylin nach GOMORI (MELANDER & WINGSTRAND, 1953). Anschliessend differenzierte ich 1/2 Stunde in Essigsäure (50%). Dann wässerte ich die Präparate mindestens 2 Stunden mit fliessendem Wasser, führte sie nachher durch die aufsteigende Alkoholreihe in Xylol und deckte sie mit Caedax ein.

Zur Feststellung der Chromosomenzahl verwendete ich alle zur Zählung geeigneten Reifeteilungs- und Mitosestadien. Bevor ich die Chromosomen zählte, prüfte ich jeweils genau, ob sie sich nirgends überdeckten und ob keine Chromosomen durch das Quetschen abgesprengt worden waren. Lagen mehrere Platten nebeneinander, so achtete ich darauf, ob die Abgrenzung zwischen den Platten deutlich in Erscheinung trat. Zur Auszählung der Mitoseplatten mit hohen Chromosomenzahlen zeichnete ich die Platten mit dem Abbé'schen Zeichenapparat und zählte die Chromosomen auf der Zeichnung.

Die am häufigsten festgestellte Chromosomenzahl (Modalzahl) betrachtete ich als repräsentativ für die betreffende Art. Nach unten streuende Abweichungen von der Modalzahl ergeben sich, wenn Chromosomen beim Herstellen der Präparate verlorengehen oder so nahe nebeneinander liegen, dass sie als ein einziges Chromosom gezählt werden. Solche Stellen werden bei der Prüfung der Platte vor dem Zählen leicht übersehen. Seltener treten höhere Zahlen auf. Wahrscheinlich zerbrachen in diesen Fällen Chromosomen beim Quetschen. Die abweichenden Zahlen sind jeweils erwähnt, wenn sie von Bedeutung sind.

In einigen Fällen fand ich nur wenig brauchbare, d.h. den erwähnten

Bedingungen entsprechende Teilungsstadien. Erfahrungsgemäss ändert sich die durch wenige Zählungen ermittelte Modalzahl nicht, wenn mehr Kerne ausgezählt werden. Im günstigsten Fall lässt sich die Chromosomenzahl schon mit einer einzigen einwandfreien Platte bestimmen, doch stützen sich meine Angaben auf Zählungen von mindestens 3 Platten pro Tier. Nur bei 4 Arten beruht die gefundene Chromosomenzahl auf weniger als 5 übereinstimmenden Platten.

Zur Bestimmung der Chromosomenzahl sind Metaphasen der ersten Reifeteilung am zuverlässigsten, weil die Chromosomen dann am stärksten kontrahiert und am schärfsten gegeneinander abgegrenzt sind. Diakinese-stadien eignen sich je nach Alter ebenfalls, während sich frühe Stadien nur dann auszählen lassen, wenn alle Chromosomenenden sichtbar sind. Das kommt bei den relativ hohen Chromosomenzahlen der Stylommatophora höchst selten vor.

In neueren zytologischen Arbeiten werden meistens neben der Anzahl die Gesamtlänge der Chromosomen und deren Armverhältnis zur Charakterisierung eines Karyotyps benützt. BURCH (1960b) konnte bei Spermatogoneinteilungen der von ihm untersuchten Basommatophora-Arten mit wenigen Ausnahmen die Spindelfaseransatzstelle (SFA) beobachten. Da ich in meinem Material nur vereinzelte Stadien fand, bei denen die SFA sichtbar war, musste ich mich nach anderen Merkmalen umsehen. Ich wählte die Grössenunterschiede der Tetraden oder Bivalente innerhalb eines Satzes, benützte aber nur auffallende, abschätzbare Unterschiede. Messungen führte ich nicht durch, da sich Reifeteilungsstadien schlecht dafür eignen. Ein zweites Merkmal fand ich in der Verteilung der Chiasmata, die ich in den Diakinese-stadien häufig beobachten konnte. Die Chiasmafrequenz lässt sich aber an Diakinesestadien nicht feststellen, weil

die Chiasmata dann grösstenteils terminalisiert sind und ihre Zahl nicht mehr feststellbar ist. In der Regel traten 3 Typen von Diakinesefiguren auf:

1. Kreuzförmige Bivalente, die ein nicht terminalisiertes Chiasma enthalten.

2. Ringbivalente, bei Terminalisation von mindestens 2 Chiasmata, wenn diese auf beide Armpaare verteilt sind. Die Zahl der Chiasmata eines Bivalents lässt sich nur im Diplotän bestimmen, solange kein Chiasma terminalisiert ist.

3. Bivalente, bei denen kein Chiasma erkennbar ist. Ob es sich dabei um Bivalente mit einem terminalisierten Chiasma handelt, oder um Bivalente mit mehreren terminalisierten Chiasmata im selben Armpaar, lässt sich nicht beurteilen.

Die Angaben über Zahl und Verbreitung der Arten stellte ich aus JAECKEL & ZILCH (1962), EHRMANN (1933), GERMAIN (1930) und WENZ & ZILCH (1959/60) zusammen.

Die Photographien stellte ich mit dem ZEISS-Ultraphot-Mikroskop her. Für die Abbildungen 15 und 21a verwendete ich die Hellfeldoptik mit dem ZEISS-Planobjektiv 100 (n.A. 1,25), für Abb. 6 und 12a die Phasenkontrastoptik mit Objektiv 40 (n.A. 0,65) und für alle übrigen Aufnahmen Phasenkontrastoptik mit ZEISS-Neofluar-Objektiv 100 (n.A. 1,30). Die Photos wurden mit der eingebauten Kleinbildkamera mit automatischer Belichtung aufgenommen.

DIE CHROMOSOMENVERHÄLTNISSE DER HELICIDAE

Die Familie ist mit 80 rezenten Gattungen und 104 Untergattungen die grösste der Ordnung Stylommatophora. Die morphologische Vielfalt innerhalb der Familie hat zur Unterteilung in 8 Unterfamilien geführt, von denen 5 mit 22 Gattungen und 54 Arten in Mitteleuropa vertreten sind.

Subfamilia Helicellinae

Im Mittelmeergebiet und im ozeanischen Westeuropa sind die Helicellinae mit grossem Formenreichtum verbreitet. Die wenigen Arten Mitteleuropas bevorzugen Kalkboden und kommen hauptsächlich an warmen Rasenhängen, Feldrainen und Hecken vor. Noch vor einigen Jahren (EHRMANN, 1933) wurden alle mitteleuropäischen Arten der Helicellinen in der Gattung *Helicella* zusammengefasst, die aber in Untergattungen unterteilt wurde. Heute umfasst die Unterfamilie die beiden Tribus Helicelleae und Monacheae, die zusammen 7 mitteleuropäische Gattungen (11 Arten) enthalten.

Tribus Helicelleae

Candidula unifasciata (POIRET, 1801)

[=*Helix candidula* STUDER, 1820

=*Helicella unifasciata* GERMAIN, 1929]

Die Art ist in ganz Frankreich und Deutschland bis nach Polen und der VSSR verbreitet. In der Schweiz wurde sie im Rhonetal, Jura, Engadin und im Kanton Appenzell nachgewiesen.

Zur Untersuchung kamen 6 Tiere dieser Art, die südlich von Blansingen (Schwarzwald) an den Rändern eines in Löss eingeschnittenen Hohlweges gesammelt wurden. Ich fixierte die Tiere am 19. September 1960.

Die Hälfte der Tiere enthielt viele analysierbare Teilungen in der Keimdrüse, ein Tier sehr wenige, und bei zweien fand ich keine brauchbaren Teilungen. Anhand von 35 untersuchten Diakinese- bzw. Metaphasekernen stellte ich die Chromosomenzahl $n=27$ fest. Diese Zahl trat bei 28 Kernen in Diakinesestadien und bei 6 Metaphaseplatten auf, wovon sich 2 in der ersten und 4 in der zweiten Reifeteilung befanden.

Bei den meisten der beobachteten Diakinesestadien konnte ich Chiasmata feststellen. In 20 von 28 Kernen fiel mir ein besonders grosses Bivalent mit

mindestens 2 Chiasmata auf, wobei wenigstens ein Chiasma terminalisiert war, ein anderes nicht (Nr. 1 in Abb. 1). Auch in anderen Teilungsphasen, in denen die Chiasmata nicht zu erkennen waren, fiel dieses Chromosomenpaar durch seine Grösse auf. Das zweitgrösste Bivalent (Nr. 2) zeigte bei 8 der untersuchten Kerne ein nicht terminalisiertes Chiasma. Ungefähr gleich häufig liessen sich die 3 nächstkleineren Bivalente identifizieren. Zwei davon enthielten ebenfalls ein nicht terminalisiertes Chiasma (Nr. 3 und 4), das dritte war durch mindestens 2 terminalisierte Chiasmata gekennzeichnet (Ringbivalent, Nr. 5). Diese Chiasmata waren bei einem

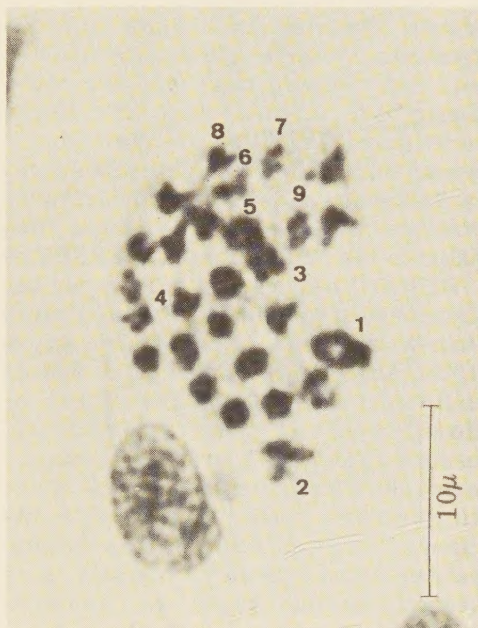


Abb. 1. *Candidula unifasciata*, $n=27$, spätes Diakinesestadium; Erklärungen zur Grösse und zur Zahl der Chiasmata im text.

Drittel der untersuchten Kerne erkennbar. Es folgte eine ganze Reihe nicht unterscheidbarer, aber mehr oder weniger deutlich kleinerer Bivalente, von denen einige ein Chiasma enthielten; bei anderen war keines zu erkennen. Die 4 kleinsten Elemente des Satzes

(Nr. 6-9) waren unterscheidbar kleiner als die Mehrzahl der Tetraden.

Helicella obvia (HARTMANN, 1840)
[=*H. candicans* PFEIFFER, 1842
=*Helix obvia* KOBELT, 1877]

Die Verbreitung dieser Art erstreckt sich über ganz Zentral- und Osteuropa. Der Mensch fördert die Ausbreitung, indem er viele Tiere mit Saatgut verschleppt. *Helicella obvia* ist an Trockenheit angepasst und nicht auf Kalkboden angewiesen.

Die 2 Tiere, die ich untersuchte, stammen von Colmar (Elsass), nur eines enthielt reichlich brauchbare Teilungsstadien. Die Art wurde bereits von M. PERROT (1938) zytologisch untersucht. In Kernen verschiedener Stadien der ersten Reifeteilung zählte er 26 Elemente, wobei er auf Schwierigkeiten bei der Untersuchung der Prophase dieser Art hinwies, weil die Kerne verhältnismässig klein und die Chromosomen zahlreich seien. Meine Zählungen an 31 Kernen in deutlich analysierbaren Diakinesestadien oder Metaphase bestätigten die Ermittlungen PERROT's.

PERROT beschrieb die Tetraden der Metaphase sowie die der etwas früheren Stadien als unter sich gleich gross (1938: Abb. 11 A). Tatsächlich liessen sich hier die Bivalente schwerer identifizieren als bei *Candidula unifasciata*. In Abb. 2 erkennt man zwar mehrere Chiasmata und kann einige Ringbivalente und kreuzförmige Bivalente unterscheiden. Bei anderen Kernen sind diese Merkmale aber weniger deutlich zu sehen. Hingegen stechen fast immer 2-3 Bivalente durch ihre Grösse von den übrigen, unter sich fast gleich grossen Bivalenten ab.

Helicella itala (LINNAEUS, 1758)
[=*H. ericetorum* O. F. MUELLER,
1774]

Die Art kommt in West- bis Mitteleuropa an trockenen, bewachsenen Hängen vor, fehlt jedoch südlich der Alpen. In der Schweiz lebt sie in den Kalkalpen, im Rhonetal und im Jura.

Das einzige von mir untersuchte Ex-

emplar dieser Art wurde am Fuss eines Kalkfelsens von Istein im Schwarzwald gefunden. Zur Untersuchung verwendete ich 33 Kerne in Diakinese oder in Metaphase. Davon enthielten 30 Kerne eindeutig 26 Bivalente. Bei fast allen Kernen fielen 2-3 grosse Elemente auf (Nr. 1-3 in Abb. 3). Bei 7 Platten hatte das grösste Bivalent 2 Chiasmata, wovon das eine terminalisiert war, sowie beim grössten Bivalent von *Candidula unifasciata*. Bei 16 Kernen war eines der grossen Elemente ein Ringbivalent, in 9 Fällen kam ein weiteres dazu. Das 4. auffallende, etwas kleinere Bivalent hatte ein Chiasma (Nr. 4). Ich beobachtete es bei 9 Platten.

Trochoidea (Xerocrassa) cretica
(PFEIFFER, 1841)

Die Verbreitung dieser Art erstreckt sich über die östlichen Mittelmeerländer.

Das untersuchte Tier wurde am 4. Mai 1962 30 km östlich von Silifke (Türkei), unter einem Stein in einem Buschbestand gefunden. Ich fixierte es am 12. Juni 1962. Das Tier war noch nicht voll ausgewachsen. Die kleine Zwitterdrüse enthielt ausschliesslich Mitosen.

Ich zählte bei 5 Platten 52 Chromosomen verschiedener Länge (Abb. 4).

Tribus Monacheae
Monacha cartusiana
(O. F. MUELLER, 1774)

[=*Theba cartusiana* GERMAIN, 1929]

Diese mediterrane Art ist vom Mittelmeerraum im Westen bis Belgien und Holland, im Osten durch den Balkan bis Mähren vorgestossen. In die Schweiz kam die Art von Frankreich her zuerst in die Westschweiz, dann dem Jura entlang bis Basel und in die übrige Nordschweiz.

Die beiden von mir untersuchten Tiere stammen vom grasbewachsenen Hang einer alten Kiesgrube bei Wangen (Zürich). Sie wurden am 26. Juli 1960 fixiert. Beide Tiere enthielten viele

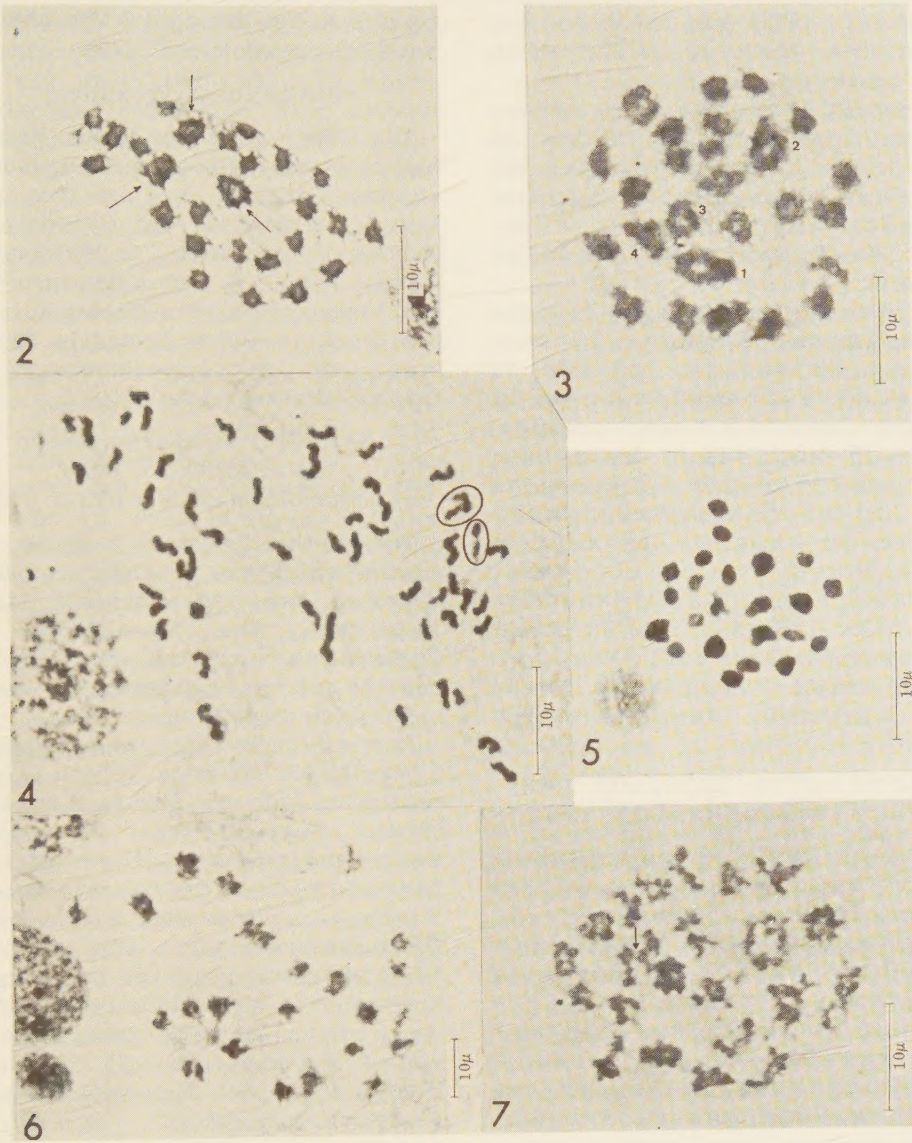


Abb. 2-7. Abb. 2. *Helicella obvia*, $n=26$, spätes Diakinesestadium. Die 3 grossen Bivalente sind mit Pfeilen bezeichnet. Abb. 3. *Helicella itala*, $n=26$, Diakinesestadium. 1-4: besonders grosse Bivalente. Abb. 4. *Trochoidea (Xerocrassa) cretica*, $2n=52$, Metaphase einer Spermatogonienteilung. Einkreiste Chromosomen sind als eines zu zählen. Abb. 5. *Monacha cartusiana*, $n=23$, Metaphase der ersten Reifeteilung. Abb. 6. *Monacha cantiana*, $n=23$, Diakinesestadium. Bei einigen Bivalenten sind Chiasmata zu erkennen. Die dunkle Stelle zwischen den 5 Bivalenten links unten ist kein Chromosom. Ihre Verbindung zu den 2 darüberliegenden Bivalenten vermag ich nicht zu erklären. Abb. 7. *Trichia unidentata*, $n=23$, frühes Diakinesestadium. Die Chromosomen sind wenig kontrahiert. Ganz links erkennt man ein Bivalent mit wahrscheinlich 3, ganz rechts eines mit vielleicht 4 Chiasmata. Der Pfeil bezeichnet eine Stelle, an der 2 Bivalente nahe aneinanderstossen.

Teilungen.

PERROT (1938) fand bei dieser Art 23 Tetraden, welche er als etwa gleich gross beschrieb.

Diese Zahl konnte ich an meinem Material bestätigen. In 38 von 40 untersuchten Kernen, wovon sich die meisten in Diakinesestadien befanden, stellte ich 23 Bivalente fest. Ein Kern schien 20, ein anderer 24 Elemente zu enthalten.

Bei allen Kernen zeigten die Tetraden unterschiedliche Grössen. Da aber zwischen der kleinsten und grössten Tetrade alle Zwischenstufen vorkamen, war eine Klassierung schwer zu treffen. In Abb. 5 fallen wie in den meisten Sätzen 3-4 Elemente als besonders gross und 4-5 als besonders klein auf. Die Zahl der Chiasmata liess sich nicht in allen Kernen ermitteln. Die erwähnten grossen Elemente erschienen kreuzförmig oder als Ringbivalente. Manchmal waren aber ein Kreuz und 2-3 Ringe vorhanden; andere Platten hatten 2 oder sogar 3 Kreuze und entsprechend weniger Ringe.

Monacha cantiana (MONTAGU, 1803)

[= *Theba cantiana* GERMAIN, 1929]

Von der Atlantikküste aus drang diese Art in Frankreich, Belgien und den Niederlanden ins Binnenland ein. Ausserdem ist sie in England allgemein verbreitet. In der Schweiz wurde sie bisher noch nicht gefunden.

Die beiden untersuchten Exemplare wurden am 28. Mai 1962 in Roda de Bara (Spanien) unter Holzstücken auf trockenem Weideland gefunden. Bisherige Angaben über Vorkommen der Art im Mittelmeergebiet sollen sich laut JAECKEL & ZILCH (1962) auf eng verwandte Arten beziehen. Da der Fundplatz in der Nähe eines Bahndammes lag, könnte es sich um verschleppte Tiere handeln. Beide Exemplare hatten relativ kleine Zwitterdrüsen. Diese enthielten wenig Reifeteilungen.

Die Grössenverhältnisse der Bivalente stimmten mit denen von *Monacha cartusiana* ungefähr überein. Bei den 5 analysierbaren Platten zählte ich 23

Chromosomenpaare (Abb. 6). Ausserdem konnte ich noch 2 Mitoseplatten mit 46 Chromosomen zählen.

Subfamilia Hygromiinae

Die früher unter dem Namen *Fruticicolinae* bekannte Unterfamilie umfasst 20 rezente Gattungen und ist über ganz Europa, Nordafrika und Südwest- bis Nordasien verbreitet. In Mitteleuropa ist sie durch 6 Gattungen vertreten. Mit Ausnahme einiger südlicher Formen, die trockene Plätze besiedeln, bevorzugen die mitteleuropäischen Arten feuchte, pflanzenreiche Biotope.

Trichia (Petasina) unidentata

(DRAPARNAUD, 1805)

[= *Fruticicola unidentata* HELD, 1837]

Das Verbreitungsgebiet dieser Art erstreckt sich über die Ostalpen und die Karpaten zum sächsisch-böhmischen Erzgebirge, über die Nord- und Zentralalpen westwärts bis zur Ostschweiz und vom Bodenseegebiet wieder nordöstlich gegen Böhmen.

Das untersuchte Tier, welches ich am 4. April 1960 fixierte, fand ich 14 Tage vorher am südlichen Stadtrand von Winterthur in unmittelbarer Nähe eines Baches unter Laub am Nordrand eines Buchenwaldes. Bei 20 untersuchten Kernen, von denen fast alle in frühen Diakinesestadien waren, zählte ich in 18 Fällen 23 Bivalente. Die nur schwach kontrahierten Bivalente waren verschieden gross und mehr oder weniger gleichmässig abgestuft (Abb. 7). In einigen Kernen fielen 3-4 Elemente durch besondere Grösse auf.

Trichia villosa (STUDER, 1789)

[= *Trochulus villosus* CHEMNITZ, 1786

= *Fruticicola villosa* HELD, 1837]

Diese Art ist nordwestalpin. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über die ganze Schweiz mit Ausnahme des Wallis und Tessins und reicht vom Jura weiter in die Kalkgebiete Südwestdeutschlands. Die Linie Mainz-Augsburg bildet ungefähr die nördliche Begrenzung.

Das eine der untersuchten Tiere fand ich an einer feuchten Wegböschung im Zürichbergwald, einem lichten Buchenwald mit wenig Unterholz. Es wurde am 20. Mai 1960 fixiert. Drei weitere Exemplare stammen vom Klausenpass. Der Fundort liegt westlich der mit "Waldhüttli" bezeichneten Häusergruppe in einem Mischwald auf 1400 m.ü.M. und wurde Ende August 1961 besucht.

Die Zwitterdrüse des Zürichbergtieres war voller Reifeteilungen: 62 von 82 untersuchten Kernen enthielten eindeutig 23 Tetraden. Bei 10 Kernen zählte ich 22 Elemente; je 5 Kerne enthielten 21 bzw. 24 Bivalente. Fast alle diese Kerne befanden sich in der Metaphase der ersten Reifeteilung. Es fiel mir auf, dass häufig die kleinste Tetrade in der Teilung am weitesten fortgeschritten war, sodass die beiden Hälften schon auseinandergewichen waren, wenn die übrigen Tetraden noch Einheiten bildeten. Die grösste Tetrade erschien ungefähr 4-5 mal so gross wie die kleinste. Dazwischen waren alle Übergänge vorhanden. Bei den grössten Tetraden waren die Unterschiede klein, sodass etwa 3-4 besonders grosse Elemente in den meisten Platten auffielen. In den meisten der untersuchten Stadien liess sich nur in diesen grossen Bivalenten ein Chiasma erkennen. In frühen Diakinesestadien aber wurde es bei fast allen Bivalenten sichtbar (Abb. 8).

In einem der Tiere vom Klausenpass fand ich 12 analysierbare Kerne. Zehn davon enthielten 23, einer 22 und einer 24 Tetraden. Auch hier fielen die grossen kreuzförmigen Bivalente auf.

Trichia (Trichia) sericea

(DRAPARNAUD, 1801)

[=*Fruticicola sericea* HELD, 1837]

Trichia sericea kommt fast im ganzen Alpengebiet bis in die Südostalpen vor. Ferner findet man sie in Ostfrankreich, Belgien und England. Von den Ostalpen her breitet sich die Art nach Norden bis Böhmen aus. Sie besiedelt auch den Schweizer Jura und das Mittelland,

während sie in Süd- und Mitteldeutschland unregelmässig verteilt ist und in Nord- und Ostdeutschland fehlt.

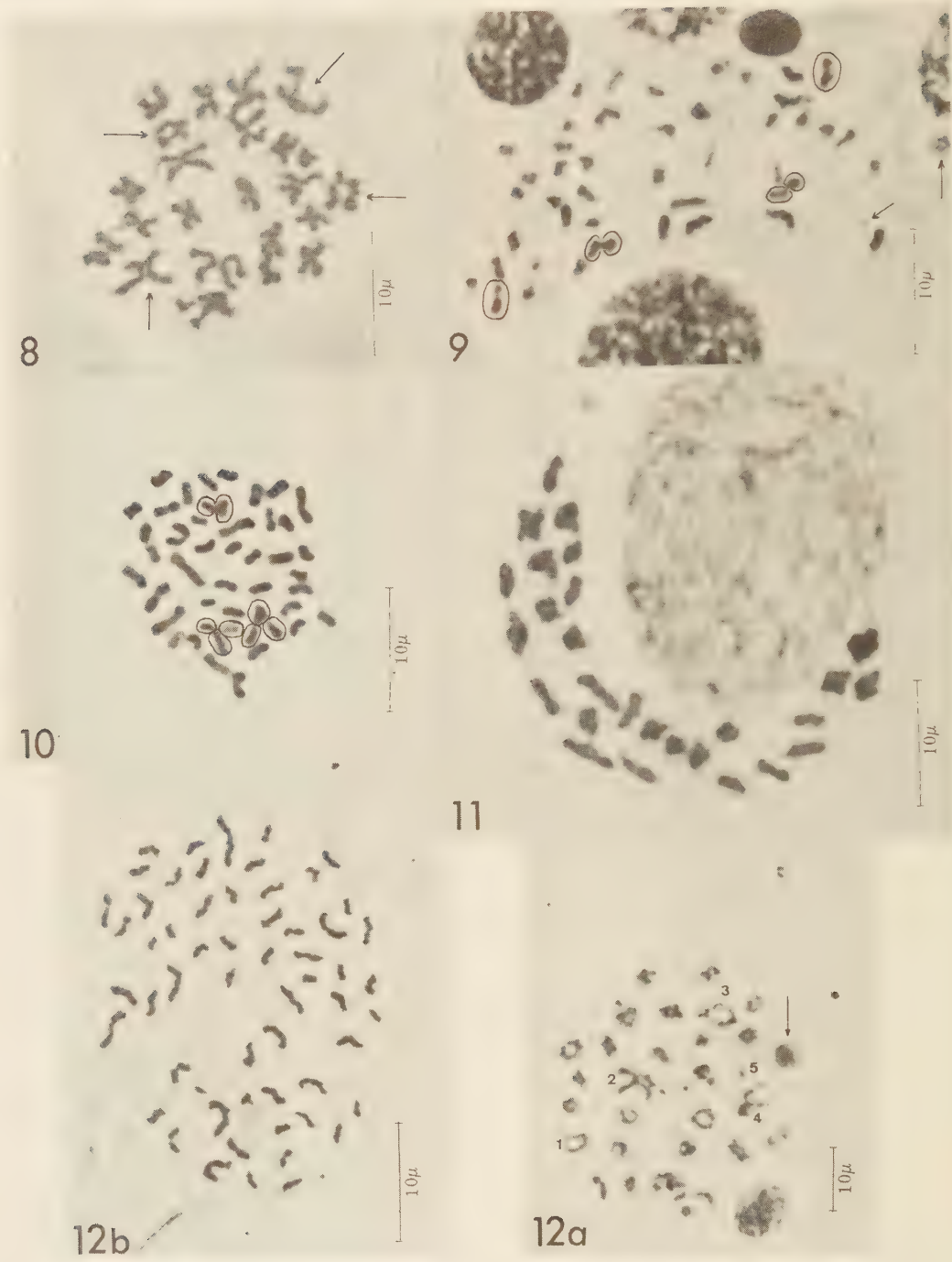
Zur Untersuchung gelangte ein Tier, welches in einem lichten Laubwald in der Nähe des Tössufers südlich von Winterthur gefunden wurde. Die Fixierung erfolgte am 4. April 1960. Die Keimdrüse des Tieres enthielt wenige analysierbare Teilungen. Bei 3 geprüften Metaphasestadien der ersten Reifeteilung zählte ich 23 Tetraden. Von den 9 Mitoseplatten zählten 2 Metaphasen 36, je eine 38, 40 und 44 Chromosomen, während 4 Platten 46 Chromosomen enthielten (Abb. 9). Daraus ergibt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit die Chromosomenzahl $n=23$, die aber noch durch weitere Zählungen erhärtet werden muss.

Euomphalia (Harmozica) arpatschaina sewanica (MARTENS, 1881)

Die beiden Exemplare dieser Unterart wurden unter Buxusgebüsch auf einer Weide ca. 20 km südlich von Shahi (Persien) am 31. Mai 1962 gefunden. Beide Zwitterdrüsen enthielten brauchbare Kerne, von denen sich die meisten in der Metaphase der ersten Reifeteilung befanden. Bei 31 Platten zählte ich 23 Elemente. Davon fielen 2 durch besondere Grösse auf, die übrigen waren gleichmässig abgestuft. Die bei diesen Präparaten immer stark kontrahierten Tetraden sahen alle mehr oder weniger rund aus. Neben diesen Reifeteilungsplatten fand ich noch 3 Mitosekerne, deren Chromosomenzahl übereinstimmend 46 betrug. Die Chromosomen zeigten grosse Längenunterschiede. Vier der Chromosomen waren deutlich länger als die übrigen, sie entsprachen den beiden grossen Tetraden der ersten Reifeteilung. Bei einigen Chromosomen lässt sich die SFA erkennen, die median oder submedian liegt (Abb. 10).

Subfamilia Helicodontinae

Von insgesamt 10 Gattungen sind 7 über die Mittelmeerländer verbreitet.



In Mitteleuropa ist die Unterfamilie nur durch eine Gattung mit einer Art vertreten.

Helicodonta obvoluta
(O. F. MUELLER, 1774)

Die Art ist über ganz Süd- und Mitteleuropa verbreitet. Sie lebt vorwiegend in Wäldern unter Laub, Holz und Steinen. Die untersuchten Tiere stammen von 2 verschiedenen Fundplätzen. Der erste liegt in einem Laubwald nordwestlich der Stadtgrenze von Winterthur; die Fixierung der Tiere erfolgte am 2. August 1960. Der 2. Fundort befindet sich am Kerenzerberg etwa 1 km südwestlich der Passhöhe, oberhalb der Strasse in einem steil abfallenden Laubwald. Diese Tiere präparierte ich am 7. September 1961. Von jedem Fundplatz untersuchte ich 2 Tiere, von denen aber nur je eines einige brauchbare Teilungen aufwies.

Ich fand insgesamt 19 Zellen in Diakinesestadien. Vierzehn der Kerne enthielten 27 Bivalente, bei den übrigen 5 zählte ich 24–26 Elemente. Die Tetraden eines Kerns zeigten verschiedene Grössen. Die kleinste ist ungefähr 3–4 mal kürzer als die grösste Tetrade. Bei der abgebildeten Metaphaseplatte der ersten Reifeteilung (Abb. 11) erkennt man 10 deutlich kreuzförmige Bivalente, bei den übrigen lassen sich keine Chiasmata feststellen.

Subfamilia Helicigoninae

Die früher als Campylaeinae oder Ariantinae bezeichnete Unterfamilie umfasst heute 3 europäische Gattungen mit 14 Arten und ist vom Süden Europas bis nach Schweden verbreitet, haupt-

sächlich jedoch in Zentraleuropa und in den Alpen.

Helicigona (Helicigona) lapicida
(LINNAEUS, 1758)
[=*Chilotrema lapicida* FITZINGER,
1833]

Die Schnecken dieser Art ("Steinpicker") sind meist an nicht zutrockenen Mauern und Felsen zu finden, kommen aber auch in Laubwäldern, vor allem an Buchenstämmen vor. Das Verbreitungsgebiet der Art erstreckt sich von Skandinavien über ganz Europa bis zur Hauptkammlinie der Alpen.

PERROT (1938) hat auch diese Art untersucht und 29 Tetraden in der ersten Reifeteilung festgestellt. Er beschreibt sie als "tétrades de taille assez semblable".

Die beiden von mir untersuchten Vertreter von *Helicigona lapicida* stammen aus einem Buchenwald (leicht geneigter Nordhang) südlich von Winterthur. Sie wurden am 8. Juni 1960 fixiert. In den Keimdrüsen beider Tiere fand ich viele analysierbare Reifeteilungen, von denen ich 40 Kerne in Diakinese und in Metaphase prüfte. Sie enthielten ausnahmslos 29 Tetraden in mehr oder weniger gleichmässiger Grössenabstufung, wobei der Unterschied zwischen dem grössten und kleinsten Bivalent auffallend gross war. In fast allen frühen Diakinesestadien fielen die grössten Elemente durch ihre Form auf (Abb. 12a): 1–2 Ringbivalente (1), ein Bivalent mit 2 Chiasmata, die nicht terminalisiert sind (2), eines mit mindestens 2 Chiasmata, wovon eines nicht terminalisiert ist (3) und 1 oder 2 kreuzförmige Bivalente (4). Das kleinste Bivalent (5) ist bereits geteilt. Die 58 Chromosomen der

Abb. 8–12. Abb. 8. *Trichia villosa*, $n=23$, Diakinesestadium. Die Pfeile weisen auf Bivalente mit wahrscheinlich mehr als einem Chiasma hin. Abb. 9. *Trichia sericea*, $2n=46$, Metaphase der Spermatogonienteilung. Die eingekreisten Stellen sind als je 1 Chromosom zu zählen. → kein Chromosom. Abb. 10. *Euomphalia arpatschaina sewanica*, $2n=46$, mitotische Metaphase. Nahe beisammenliegende Chromosomen sind durch Kreise markiert. Abb. 11. *Helicodonta obvoluta*, $n=27$, frühe Metaphase. Daneben ein Ruhekern. Abb. 12. *Helicigona lapicida*. a) $n=29$, Diakinesestadium. 1 = Ringbivalente; 2, 3 = 2 Chiasmata; 4 = 1 Chiasma, 5 = kleinstes Bivalent bereits geteilt. → kein Chromosom. b) $2n=58$, mitotische Metaphase.

mitotischen Teilung sind in der Metaphase länglich. Der grosse Unterschied zwischen langen und kurzen Chromosomen ist auch hier auffallend. Die abgebildete Mitose (Abb. 12b) war die einzige, die ich auswerten konnte.

Helicigona (Chilostoma) achates rhaetica (STROBEL, 1859)

[= *H. (Chilostoma) cisalpina rhaetica* (MOUSSON, 1850) KOBELT, 1875]

Diese Subspecies lebt im Veltlin, Puschlav, Engadin, im Oberinntal bis Landeck, im Vintschgau und im Nauders-tal. Sie ist die westliche Rasse der ostalpinen *Helicigona (Chilostoma) achates achates* (ROSSMAESSLER, 1835), die bis nach Vorarlberg und über den Brenner ins Südtirol bis zur Etschlinie vorgedrungen ist.

Helicigona (Chilostoma) achates rhaetica kommt an Felsen, Mauern und in Geröllhalden vor und bevorzugt Kalkstein. Das untersuchte Tier wurde am 20. April 1963 an Steinen in einem Mischwald südlich der Station Fetan (Engadin) auf ca. 1250 m.ü.M. gefunden. Untersucht wurden 50 Kerne in Diakinese- oder Metaphasestadien: 42 davon enthielten 30 Bivalente; in einem Fall zählte ich 32, in 2 Fällen 31 und in 5 weiteren 24 bis 29 Tetraden. Die Tetraden eines Kerns waren verschieden gross, das Verhältnis des grössten zum kleinsten Bivalent betrug schätzungsweise 4:1. Auch bei dieser Art konnte ich in den Diakinesestadien bei den grössten Tetraden Chiasmata beobachten. In allen analysierbaren Kernen stellte ich 4-6 Ringbivalente und 3-5 kreuzförmige Bivalente fest. Bei der Metaphaseplatte der ersten Reifeteilung in Abb. 13 sind die Chiasmata nur bei wenigen Tetraden sichtbar.

Helicigona (Arianta) arbustorum (LINNAEUS, 1758)

Diese Art lebt in feuchten Laubwäldern, in Gebüsch, auf feuchten Wiesen, an Bachufern und in Rieden. In grossen Höhen kommt sie auf Matten und Geröllhalden, ja sogar an extrem

trockenen Südhängen vor. *H. (Arianta) arbustorum* ist hochgradig anpassungsfähig, variabel und bildet eine Menge ökologischer Rassen.

Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom Südfuss der Alpen bis nach Skandinavien über den 70. Grad hinaus, von Island und den Britischen Inseln nach Ungarn, den Karpaten, der Ukraine, Polen und Lettland. *H. (Arianta) arbustorum* wurde bereits von PERROT (1938) untersucht. Er beschrieb Schwierigkeiten, die dadurch entstanden waren, dass einige kleine Tetraden die Tendenz hatten, sich zu verklumpen. Bei gut fixierten Metaphaseplatten stellte er 30 Elemente verschiedener Grösse fest.

Das von mir untersuchte Exemplar wurde im Juli 1960 am Nordufer des Mettmehaslisees (bei Dielsdorf, Zürich) in einem lockeren Erlen- und Faulbaumbestand gefunden.

Meine Resultate stimmen mit den Ergebnissen PERROTs überein. In 21 Diakinese- und Metaphasestadien der ersten Reifeteilung zählte ich 30 Tetraden, in 2 Fällen nur 29, doch zeigten diese beiden Platten Überlagerungen. Der Unterschied zwischen dem kleinsten und grössten Element einer Platte war beträchtlich. Oft stach ein Bivalent durch besondere Grösse hervor, die übrigen zeigten regelmässige Abstufungen. In den Diakinesestadien konnte ich bei grösseren Bivalenten Chiasmata feststellen (Abb. 14). Es hatten 11-13 Bivalente pro Kern mindestens 2 Chiasmata, während ich 4-6 Bivalente pro Kern mit einem Chiasma feststellen konnte. Die von PERROT beschriebenen Schwierigkeiten waren bei meinen Präparaten nicht bemerkbar. Ich nehme an, dass sie auf die von PERROT verwendete Paraffintechnik zurückzuführen sind.

Helicigona (Dinarica) pouzolzi (DESHAYES, 1830)

Die Heimat dieser Art ist Dalmatien und Südserbien. Im April 1961 wurden 2 Exemplare dieser Art in der Nähe von Dubrovnik in einem trockenen felsigen

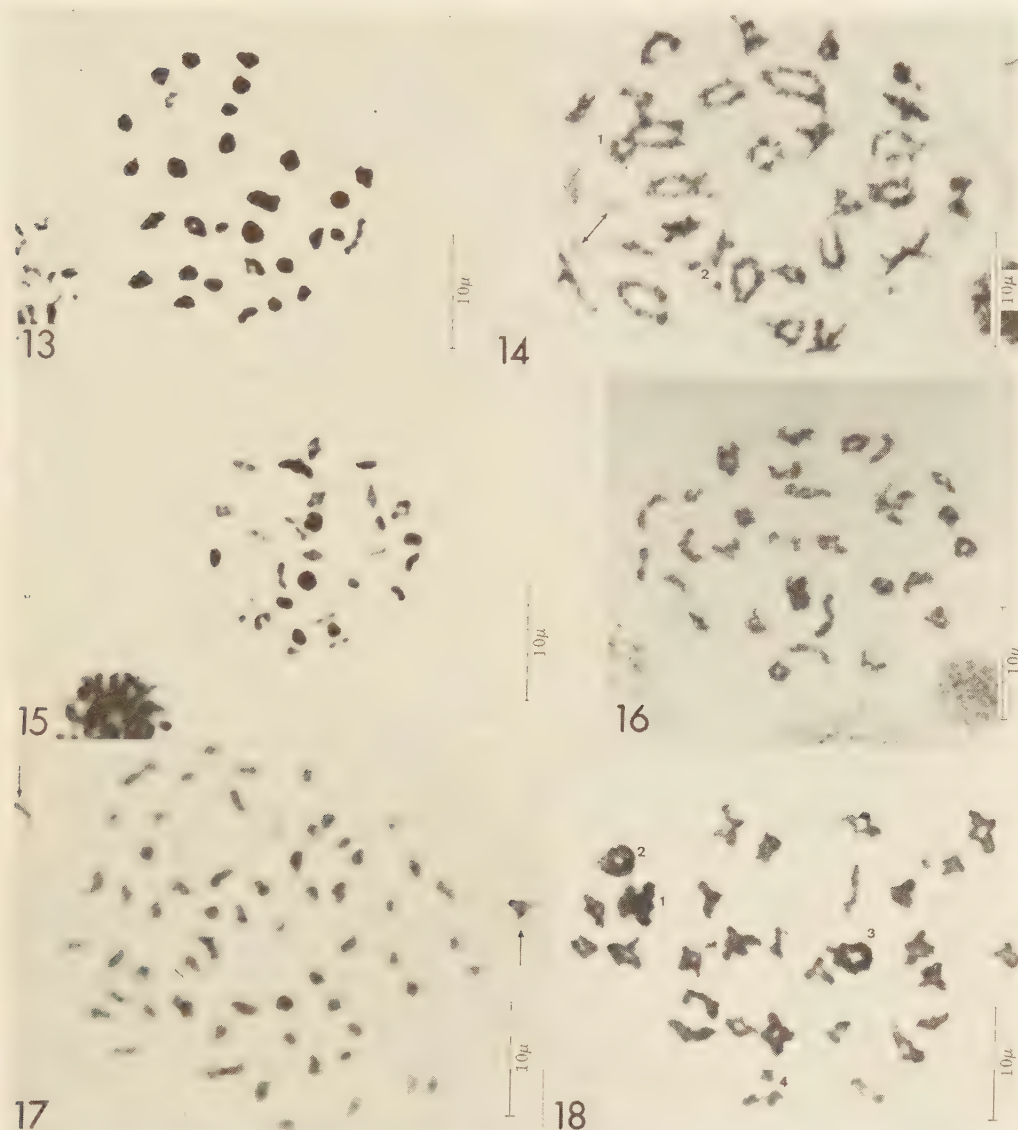


Abb. 13-18. Abb. 13. *Helicigona achates rhaetica*, $n=30$, Metaphase der ersten Reifeteilung. Daneben ein Kern in früher Prophase. Abb. 14. *Helicigona arbustorum*, $n=30$, frühes Diakinesestadium. Eines der grossen Bivalente (1) hat mindestens 3 Chiasmata. Ferner fällt das kreuzförmige Bivalente (2) auf, bei dem in den längeren Armen ein Unterbruch zu erkennen ist. $\longleftrightarrow$ keine Chromosomen. Abb. 15. *Helicigona pouzolzi*, $n=29$, frühe Metaphase. Eine kleine Tetrade links unten ist bereits geteilt. Abb. 16. *Helicigona setosa*, $n=29$, Diakinesestadium. Erklärung im Text. Abb. 17. *Isognomostoma isognomostoma*, $2n=60$, mitotische Metaphase. $\rightarrow$ keine Chromosomen. Abb. 18. *Isognomostoma holosericum*, $n=30$, Diakinesestadium. Das grösste Bivalent (1) liegt in der Gruppe links im Bild. Darüber ein Ringbivalent (2), ein zweites (3) ist etwas rechts der Mitte zu erkennen. Am unteren Rand ein dreiteilig scheinendes Bivalent (4). Ich halte es für ein Bivalent mit einem fast terminierten Chiasma. Auffallend ist der Unterbruch im Chromosom.

Biotop gefunden.

Die Gonaden beider Tiere enthielten fast ausschliesslich schwer zählbare mitotische Metaphasen. Die Chromosomen waren zum grössten Teil punktförmig, einige länglich. Unter vielen Platten fand ich nur 11, bei denen ich die Chromosomen zählen konnte. Von ihnen hatten 9 die Chromosomenzahl 58, eine schien 56, eine andere 59 Chromosomen zu enthalten. Ausserdem fand ich 4 frühe Metaphaseplatten der ersten Reifeteilung, deren Tetradenklar gegeneinander abgegrenzt waren. Bei allen konnte ich eindeutig 29 Elemente zählen. Etwa 4 davon waren Ringbivalente, 5-6 erschienen kreuzförmig (Abb. 15). Die Tetraden eines Satzes zeigten starke Grössenunterschiede.

Helicigona (Liburnica) setosa
(ROSSMAESSLER, 1836)

Das Verbreitungsareal dieser Art umfasst die östlichen Küstenländer der Adria von Istrien bis Montenegro.

Zur Untersuchung gelangten 2 Tiere, die in der Nähe von Titograd, nördlich des Skutarisees in typisch mediterranem Biotop (Macchia) gefunden wurden.

Nur eine Keimdrüse wies brauchbare Teilungsstadien auf: 14 Kerne in Metaphase- oder verschiedenen Diakinesestadien enthielten eindeutig 29 Tetraden. Bei 8 Diakinesestadien konnte ich Chiasmata feststellen: 6-7 Bivalente pro Kern hatten mindestens 2, meist terminalisierte Chiasmata. Ein Bivalent, meistens aber 2 pro Kern, waren kreuzförmig (Abb. 16). Häufig fiel ein Bivalent durch besondere Grösse auf; in Abb. 16 ist dieser Grössenunterschied aber nicht deutlich.

Isognomostoma isognomostoma
(GMELIN, 1780) SCHROETER, 1784
[= *I. personatum* LAMARCK, 1792]

Diese Art ist alpin-karpatisch mit weiter mitteleuropäischer Ausbreitung. Im Westen reicht sie bis in die katalanischen Pyrenäen. Gegen Osten ist sie im ganzen Alpengebiet verbreitet, mit südlicher Grenze im Tessin. Gegen

Norden kommt die Art in ganz Mitteldeutschland bis nach Böhmen-Mähren und im polnischen Jura vor. Sie fehlt in der norddeutschen Ebene.

Man findet die Tiere hauptsächlich unter Steinen, altem Holz oder Laub, an schattigen, feuchten Stellen am Boden von Wäldern, oder an bewachsenen Felsen.

Die beiden untersuchten Tiere wurden an verschiedenen Orten gefunden. Das erste stammt vom Tössufer südlich von Winterthur. Es wurde anfangs April 1960 eingebracht. Das zweite Exemplar wurde im August 1961 am Nordhang eines Buchenwaldes, 2 km westlich von Baden (Aargau) gefunden. Obwohl die beiden Tiere zu ganz verschiedenen Zeiten fixiert wurden, enthielten beide Zwitterdrüsen fast keine brauchbaren Reifeteilungsstadien, sondern nur schwer analysierbare Spermatogonienteilungen. Unter den 100 geprüften Metaphaseplatten fand ich in jedem Tier nur wenige, bei denen die Chromosomen klar genug abgegrenzt waren. Beim Winterthurer Tier zählte ich bei 14 Platten 60 Chromosomen (Abb. 17), 6 Platten ergaben Zahlen zwischen 53 und 59, und eine Platte schien 62 Chromosomen zu enthalten. Ausserdem fand ich zufällig 2 Pachytänstadien, bei denen alle Chromosomenenden sichtbar waren, so dass ich sie zählen konnte. Beide hatten 30 Chromosomen.

Beim Badener Exemplar stellte ich bei 8 Platten 60 Chromosomen fest, während ich bei 7 Platten 55-59 Chromosomen zählte.

Isognomostoma holosericum
(STUDER, 1820)

Das Verbreitungsareal dieser Art erstreckt sich über den Jura und das ganze Alpengebiet mit Ausnahme der südlichen Westalpen. Im Südosten reicht es bis zu den Karstländern, im Osten bis in die Westkarpaten und von dort nordwestwärts über Böhmen-Mähren zum Erz- und Riesengebirge; von dort wird die Verbindung zu den Alpen durch den Böhmerwald hergestellt.

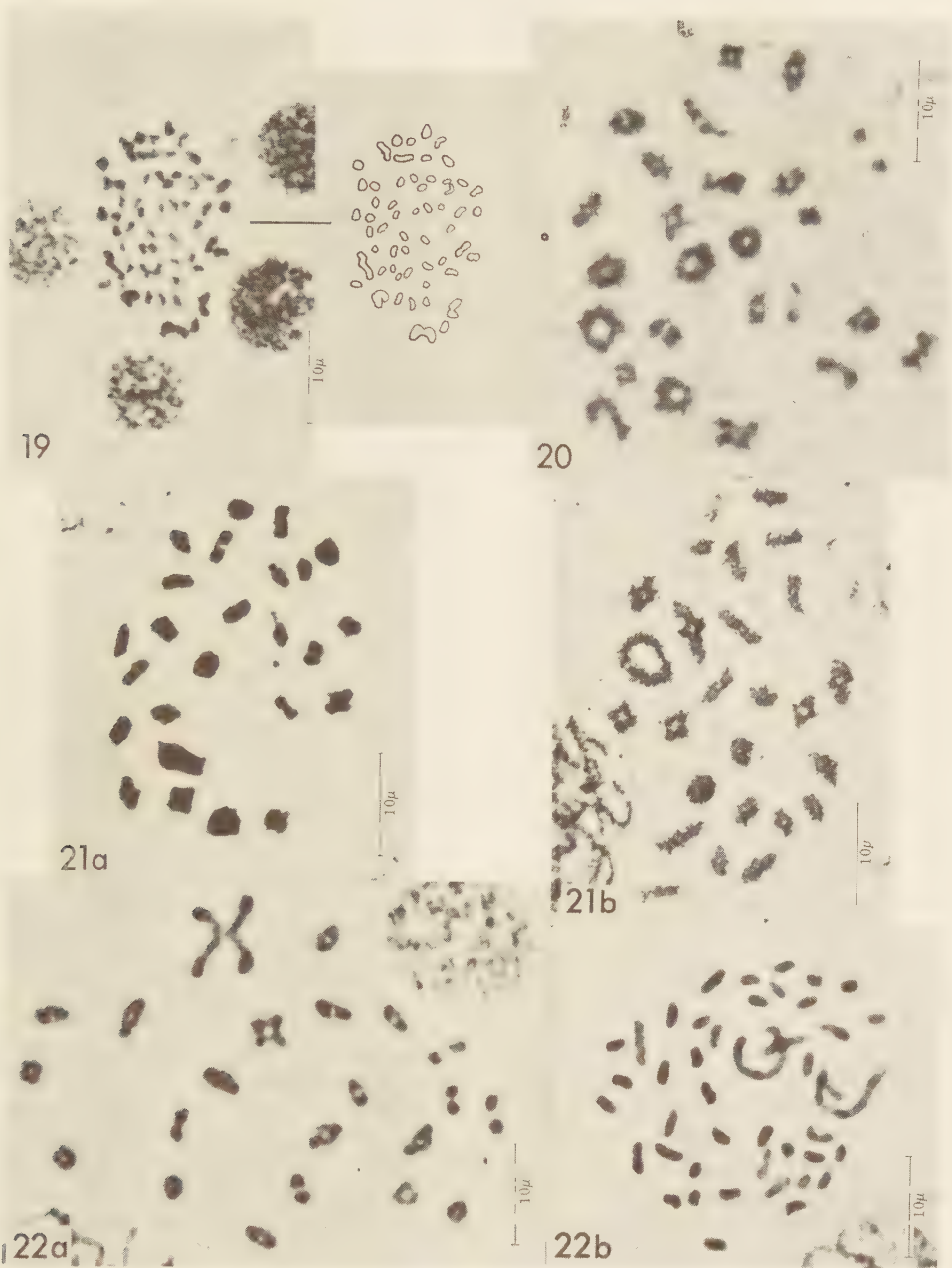


Abb. 19-22. Abb. 19. *Euparypha pisana*, $2n=56$, mitotische Metaphase. Da die Chromosomen nicht alle in einer Ebene liegen und deshalb einige Stellen auf dem Foto undeutlich sind, diene die danebenstehende Zeichnung dem besseren Verständnis. Abb. 20. *Cepaea vindobonensis*, $n=25$, Diakinesestadium. Zwei kleine Bivalente rechts im Bild sind bereits geteilt. Abb. 21. *Cepaea silvatica*, $n=25$, a) Metaphase der ersten Reifeteilung. Die grösste Tetrade ist unten links erkennbar. b) Diakinesestadium. Das grösste Bivalent bildet einen Ring. Das rechts darüberliegende kreuzförmige Bivalent ist hier kaum kürzer. Abb. 22. *Cepaea nemoralis*, a) Diakinesestadium, $n=22$. b) mitotische Metaphase, $2n=44$.

Die Art ist gesteinsindifferent und lebt vor allem unter morschem Holz, totem Laub und unter Steinen in Gebirgswäldern. Sie kommt aber auch oberhalb der Baumgrenze unter Geröll und auf Grasheiderasen vor.

Das untersuchte Exemplar stammt aus einem Mischwald eines Nordhanges oberhalb Promotogno im Bergell (Graubünden). Es wurde im August 1961 auf ca. 950 m.ü.M. gefunden. Von 25 Kernen in verschiedenen Diakinesestadien enthielten 2 Kerne 29, die übrigen 30 Bivalente. Eines der Bivalente war oft merklich grösser und hatte meistens ein Chiasma. Unter den übrigen, der Grösse nach regelmässig abgestuften Elementen fand ich bis zu 15 kreuzförmige Bivalents (Abb. 18). Hingegen waren Bivalente mit deutlich mehreren Chiasmata seltener als bei anderen Arten. Meistens stellte ich 1-2 Ringbivalente fest, nur in einem Kern waren es 3. Nebst den 25 Diakinesestadien fand ich noch 7 Metaphaseplatten der Spermatogonienteilungen mit klar gegeneinander abgegrenzten Chromosomen. Bei 6 Platten konnte ich 60 Chromosomen feststellen, bei einer Platte zählte ich 58.

Subfamilia Helicinae

Die Helicinae sind die grössten und höchstorganisierten Heliciden. Mit 21 Gattungen und 37 Untergattungen (ca. 300 Arten) ist diese Unterfamilie die umfangreichste der Helicidae. Ihr Hauptentwicklungsgebiet liegt rings um das Mittelmeer. Im Westen kommen Helicinae bis zu den Kanarischen Inseln, im Osten bis Persien vor. In Mitteleuropa sind aber nur 4 Gattungen mit zusammen 7 Arten vertreten. Alle gehören dem Tribus Heliceae an. Der Tribus Murelleae ist nicht vertreten.

Tribus Heliceae

Euparypha pisana

(O. F. MUELLER, 1774)

[=*Theba pisana* RISSO, 1826]

Die Art ist xerophil, sie lebt an

trockenen, heissen Stellen von Gärten, Feldern und Böschungen, oft an der prallen Sonne. Häufig findet man sie in grosser Zahl an dürrer Stengeln krautiger Pflanzen.

Die Art ist in allen Mittelmeerländern heimisch. Sie breitet sich von der iberischen Halbinsel der atlantischen Küste entlang nach Norden bis Belgien und England aus. Von der Küste her ist sie ins Innere Frankreichs eingedrungen.

Die beiden untersuchten Exemplare stammen von Roda de Bara (Spanien), vom selben Fundplatz wie *Monacha cantiana*, und wurden im Mai 1962 gesammelt und fixiert. Beide Tiere waren nicht ganz ausgewachsen. Ich fand in den Gonaden keine Reifeteilungen, das Material enthielt aber ziemlich viele Metaphaseplatten von Spermatogonienteilungen. Von 40 geprüften Platten erwiesen sich nur 9 als zählbar. Dabei stellte ich 5 Platten mit 56 Chromosomen fest (Abb. 19), bei den restlichen 4 Platten zählte ich 50, 54, 57 und 58 Chromosomen. Die Modalzahl 56 müsste durch weitere Zählungen bestätigt werden.

Cepaea vindobonensis

(FERUSSAC, 1821)

[=*Tachea vindobonensis* LEACH, 1818

=*Helix (Cepaea) austriaca*

ROSSMAESSLER, 1835]

Die Art ist südosteuropäisch und ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom Kaspischen Meer westwärts durch Südrussland, die Ukraine, über die Karpaten und die nördliche Balkanhalbinsel bis zu den Steirischen und Kärntner Alpen. Gegen Norden reicht sie von den Karpaten bis nach Mähren und zum Böhmerwald sowie nach Südpolen.

BALTZER (1913) beschrieb bereits die Spermatogenese von *Cepaea vindobonensis*. Er stellte die Chromosomenzahl $n=25$ fest. Die Tetraden der ersten Reifeteilung wurden als verschieden gross geschildert, keine der Tetraden fiel durch besondere Merkmale

auf. PERROT (1938) bestätigte BALTZERS Ergebnisse. Auch meine eigenen Resultate stimmten mit denen von BALTZER überein. Der Fundplatz der beiden von mir untersuchten Individuen liegt in Jugoslawien, 30 km südlich von Mostar, bei Hutova-Blato. Es handelt sich um ein weitgehend trockengelegtes Sumpfgebiet.

Ich kontrollierte 30 Kerne in Diakinese- und Metaphasestadien und konnte bei 27 von ihnen 25 Tetraden feststellen. Zwei Kerne schienen 26 und einer 24 Bivalente zu enthalten. Innerhalb eines Kerns war die Grösse der Tetraden regelmässig abgestuft. In den Stadien, in denen ich Chiasmata feststellen konnte, fiel mir auf, dass viele Bivalente mindestens 2 Chiasmata hatten. In den meisten Kernen konnte ich 3-6 Ringbivalente und nur 1-3 kreuzförmige Bivalente erkennen (Abb. 20). Ausser diesen Stadien der Reifeteilung konnte ich noch 3 Metaphaseplatten der Spermatogonien auszählen, welche 50 Chromosomen enthielten.

Ein weiteres Tier stammt von Neusiedel (Österreich), wo es Ende Mai 1960 im Gebüsch am Rand eines Hohlweges in der Nähe des Dorfes gefunden wurde. Ich fand verhältnismässig wenig Teilungen. Zehn von 12 untersuchten Kernen in Diakinese- und Metaphasestadien enthielten 25 Tetraden, die sich auch in Bezug auf Grösse und Verteilung der Chiasmata nicht von denen der jugoslawischen Tiere zu unterscheiden schienen.

Cepaea silvatica (DRAPARNAUD, 1801)

Die Art ist mit verschiedenen Subspecies über den Französischen und Schweizer Jura sowie in den Westalpen verbreitet und dringt durch die Westschweizer Kalkalpen in die Zentralschweiz und bis zum Walensee vor. *Cepaea silvatica* kommt auf kalkhaltigem Grund in Wäldern und auf Alpweiden, an Felsen und Mauern bis zu Höhen von 2600 m vor.

PERROT (1938) fand auch bei dieser Art 25 Tetraden, wovon eine oft viel

grösser war als die übrigen. Er beschrieb auch die Spermatogonienteilung, bei der er zahlreiche V-förmige Chromosomen erkannte, von denen ein Paar deutlich länger war.

Ich untersuchte 2 Tiere vom Südhang des Augstmatthorns, nördlich des Brienzersees (Berner Oberland), welche am 17. August 1961 auf 1400 m.ü.M. in einem Buchenwald nahe der Waldgrenze gefunden wurden.

Das Material enthielt reichlich Reifeteilungsstadien. Ich untersuchte 40 Kerne in Diakinese- bis Metaphasestadien und stellte ausnahmslos 25 Tetraden pro Kern fest. In fast allen Fällen war ein Bivalent wesentlich grösser als das nächstkleinere, die übrigen waren regelmässig abgestuft (Abb. 21a). In 19 Kernen hatte dieses grosse Bivalent mindestens 2 Chiasmata, in 6 andern nur eines. Unter den kleineren Elementen waren meistens 3-6 kreuzförmige und 2-4 Ringbivalente zu erkennen (Abb. 21b).

Cepaea nemoralis (LINNAEUS, 1758)

Die Art ist über ganz Mittel- und Westeuropa verbreitet und sehr häufig, vor allem in Kulturland wie Gärten und Parks, in Hecken und an Mauern. Man trifft sie aber auch in lichten Wäldern an. Die Spermatogenese von *C. nemoralis* wurde erstmals von KLEINERT (1909) untersucht. In den Spermatogonienteilungen fand er 48 Chromosomen, wovon 2 besonders gross waren. Dementsprechend stellte er in den Reifeteilungen 24 Bivalente fest, von denen eines durch seine Grösse auffiel. Auf den Abbildungen zeigt dieses meistens 2 Chiasmata. Im Widerspruch zu KLEINERT stehen die Ergebnisse PERROTs (1938), der in der ersten Reifeteilung 21 gleich grosse Elemente und ein deutlich grösseres fand. Die Zahl der Mitosechromosomen ermittelte PERROT nicht, hingegen beobachtete er ein Paar grosser V-förmiger Chromosomen, dem grossen Bivalent der Reifeteilung entsprechend. Meine eigenen Resultate bestätigen die Ergebnisse

PERROTs.

Ich untersuchte ein Exemplar der Art aus einem lichten Erlenwald vom Nordufer des Mettmehaslisees (bei Dielsdorf, Zürich). Die Zwitterdrüse des Tieres enthielt viele analysierbare Reifeteilungen und einige mitotische Metaphasen mit klar abgegrenzten Chromosomen. Ich prüfte 60 Kerne der ersten Reifeteilung, die fast ausnahmslos 22 Tetraden enthielten; nur 2 Kerne mit 20 Tetraden wichen davon ab. In allen Kernen fiel eine besonders grosse Tetrade auf. Sie war immer kreuzförmig und behielt diese Form bis in die Metaphase bei. Auch bei den kleinen Bivalenten liessen sich kreuzförmige erkennen, und zwar in jedem Kern etwa 4-7. Bivalente mit mehreren Chiasmata beobachtete ich seltener und nur bei kleinen Elementen.

Bei dem abgebildeten Diakinese-stadium (Abb. 22a) erkennt man im Chiasma des grössten Bivalents die Kreuzung zweier Chromatiden. Bei den andern kreuzförmigen Bivalenten ist sie nicht vorhanden. Diese haben die Rotation (WHITE, 1954: 90) bereits hinter sich. Das grosse Bivalent braucht also etwas länger für die Umbildung vom Diplotän-Chromosomenpaar zur fertigen Tetrade. Das konnte ich bei dieser Art in vielen Fällen feststellen. Diese Beobachtung passt zur Aussage WHITES (1954: 93), dass sich kurze Chromosomen in der Anaphase zuerst teilen, was man bei den 2 kleinsten Bivalenten rechts erkennen kann. Auch bei anderen Arten liess sich diese Erscheinung beobachten.

In der Metaphase der Spermatogonienteilung (Abb. 22b) fand ich 44 verschieden lange Chromosomen, wovon ein Paar, dem grossen Bivalent der Reifeteilung entsprechend, 2-3 mal so lang war wie das zweitlängste.

Cepaea hortensis
(O. F. Mueller, 1774)

Das Verbreitungsgebiet dieser Species deckt sich weitgehend mit dem von *C. nemoralis*, ist aber im Ganzen etwas nach Norden verschoben. So fehlt die

Art in den Südalpen und Italien, reicht aber andererseits bis weit nach Skandinavien. Man findet *C. hortensis* im selben Biotop wie *C. nemoralis*, sie ist aber weniger Kulturfolger. Auch *C. hortensis* wurde schon mehrmals untersucht. Sowohl KLEINERT (1909) als auch PERROT (1938) stellen völlige Übereinstimmung mit den Verhältnissen bei *C. nemoralis* fest. Das ist an sich auch zu erwarten, da die beiden Arten wenig verschieden sind und sich kreuzen lassen (LANG, 1908). Angeblich bastardieren die Arten auch in der Natur (BOETTGER, 1921). BALTZER (1913), der *C. hortensis* untersuchte, fand, wie später PERROT, die Chromosomenzahl $n=22$, während KLEINERT 24 Chromosomen zählte.

Ich untersuchte 4 Tiere vom Klausenpass. Der Fundort liegt südlich von Schwanden, am Südufer des Vorder-schächens, auf 1080 m.ü.M., in einem ziemlich dichten Mischwald mit feuchtem Boden, der viel Moos, Farne und kleinere Sträucher aufwies. Die Tiere wurden Ende August 1961 gesammelt und fixiert.

Zur Untersuchung kamen 50 Kerne in Diakinese- bis Metaphasestadien der ersten Reifeteilung; die Metaphasen der Spermatogonienteilungen waren wegen vieler Chromosomenüberlagerungen nicht analysierbar. 32 Kerne enthielten übereinstimmend und eindeutig 30 Tetraden. Bei einem Kern zählte ich 32 Elemente und bei 11 andern Kernen stellte ich verschiedene Zahlen von 20-29 fest. Die restlichen 7 Kerne erwiesen sich als nicht analysierbar. In keiner der 43 ausgezählten Platten zeichnete sich eine der Tetraden durch Grösse oder charakteristische Form aus. Die Grösse der Tetraden war regelmässig vom grössten bis zum kleinsten Element abgestuft, der Unterschied beträchtlich (Abb. 23). Bei Stadien, in denen ich Chiasmata erkennen konnte, beobachtete ich 4-7 Bivalente mit deutlich 2 Chiasmata und nur etwa 3-4 kreuzförmige pro Kern. Bei allen 4 Tieren dieses Fundortes stimmten die Chromosomenverhältnisse überein. Meine Er-

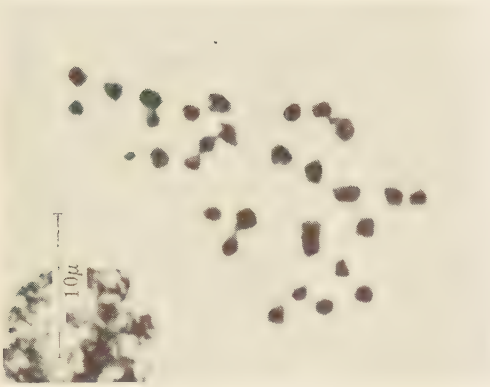


Abb. 23. *Cepaea hortensis* vom Klausenpass, $n=30$, Metaphase der ersten Reifeteilung.

gebnisse diskutiere ich auf S. 368.

Helix (Cryptomphalus) aspersa
(O. F. MUELLER, 1774)

Die Art ist mediterran west-europäisch. Sie kommt in allen Küstenländern des Mittelmeeres vor, hat sich aber über ganz Westeuropa bis nach

Südholland verbreitet. Von Frankreich aus drang sie in den letzten Jahren in die Schweiz und ins Rheingebiet ein. Durch Obst- und Gemüsehandel werden immer wieder Exemplare verschleppt.

PERROT (1938) fand in den Spermatozyten erster Ordnung 27 Tetraden, die er als einander sehr ähnlich beschreibt. Das untersuchte Exemplar dieser Art stammt von Tour de Vallas (Camargue, Frankreich); ich fixierte es am 24. August 1960. Bei 32 Kernen der ersten Reifeteilung konnte ich deutlich 27 Tetraden feststellen, bei 2 Kernen zählte ich 26 und bei einem nur 25 Bivalente. In vielen Fällen schien ein Bivalent besonders gross zu sein, doch war der Unterschied gegenüber dem nächstkleineren nicht so ausgeprägt, dass ich ihn immer mit Sicherheit feststellen konnte. Im übrigen waren die Elemente wieder regelmässig abgestuft, bis zu etwa einem Viertel des grössten Bivalents. Bei 20 Kernen in Diakinesestadien liessen sich Chiasmata beobachten, wobei ungefähr



Abb. 24. *Helix aspersa*, $n=27$, Diakinesestadium. 1 = Bivalent mit mindestens 2 Chiasmata: 3-6 = Ringbivalente; 2, 7-12, ev. 13 = je 1 Chiasma.

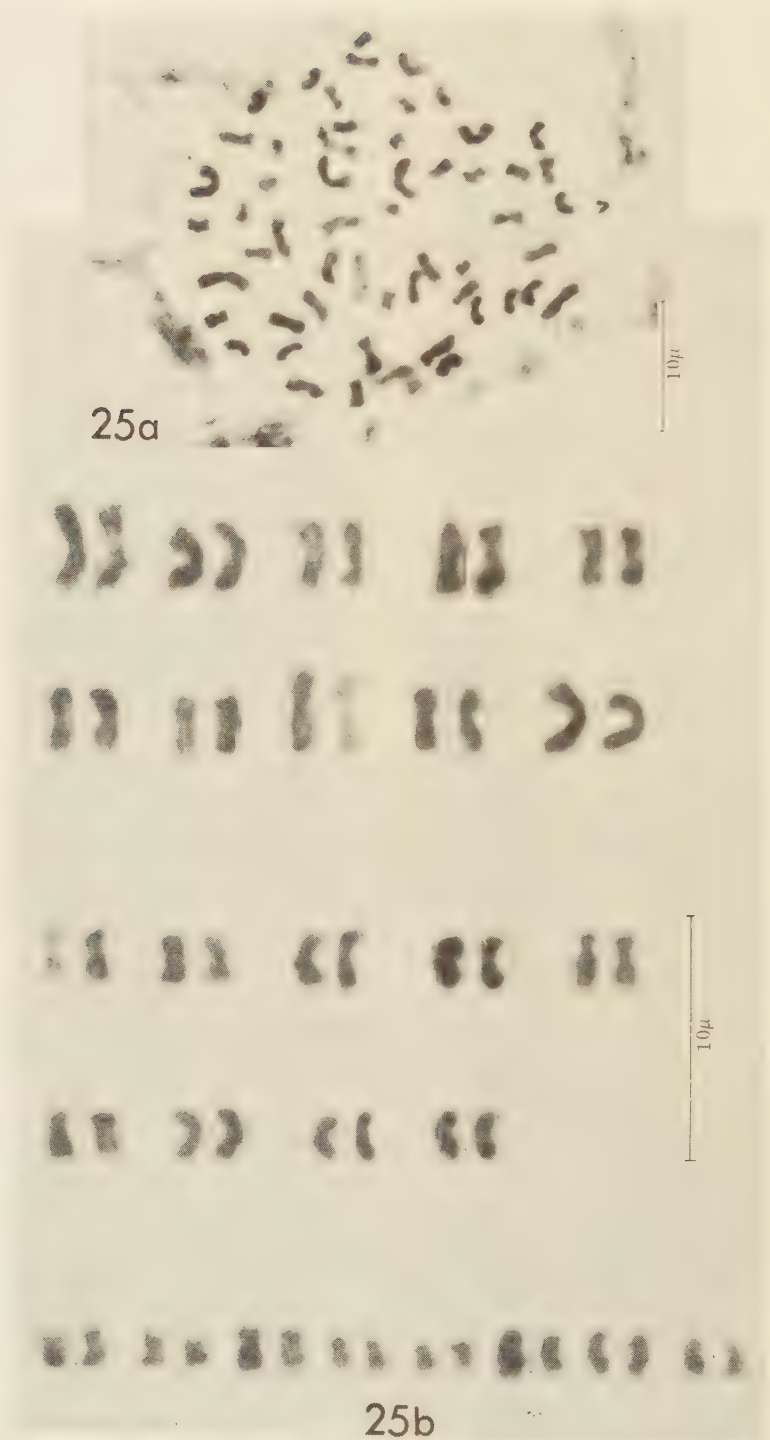


Abb. 25. a) *Helix aspersa*, $2n=54$, mitotische Metaphase. b) Chromosomensatz von *Helix aspersa*. Erklärung im text.

gleich viele kreuzförmige Bivalente wie Ringbivalente zu erkennen waren. Je eines gehörte zu den grössten, die übrigen zu den mittelgrossen Elementen.

In Abbildung 24 erkennt man beim grössten Bivalent (No. 1) mindestens 2 Chiasmata, wovon eines nicht terminalisiert ist. Das zweitgrösste Bivalent ist kreuzförmig (No. 2). Weiter lassen sich 2 deutliche Ringbivalente (No. 3 und 4) identifizieren; die beiden runden Bivalente (No. 5 und 6) sind stärker kontrahierte Ringbivalente. Bei den Bivalenten 7-12, wahrscheinlich auch bei 13, erkennt man je ein Chiasma. Die Bivalente 14-17 haben vermutlich 2 Chiasmata, wovon das eine terminalisiert ist.

Zwei Metaphaseplatten der Spermatogonienteilung hatten eindeutig 54 Chromosomen. Die eine der beiden Platten war die einzige im gesamten von mir untersuchten Material, bei der man bei vielen Chromosomen die SFA erkennen konnte (Abb. 25a). Die Chromosomen lassen sich der Grösse nach in etwa 3 Gruppen ordnen. Zu den grössten Chromosomen gehören 20, zu den mittleren 18 und zu den kleinsten 16 Chromosomen (Abb. 25b). Die Lage der SFA ist bei 14 grossen Chromosomen median oder submedian, bei 2 Paaren subterminal und bei einem Paar nicht zu erkennen. In der mittleren Gruppe sind 4 Chromosomenpaare metazentrisch; bei 2 Paaren liegt die SFA submedian bis subterminal und bei 3 Paaren ist sie nicht sichtbar. Bei 5 Paaren der kleinsten Chromosomen liegt die SFA ebenfalls submedian bis subterminal; bei den restlichen lässt sie sich nicht erkennen. Akrozentrische Chromosomen beobachtete ich keine.

Helix (Helix) dormitoris bosnica
(KOBELT, 1906)

Die Vertreter dieser Unterart, die in Bosnien und der Herzegowina beheimatet ist, wurden während der bereits erwähnten Expedition im Sommer 1961 ca. 10 km SSE von Mostar (Jugoslawien)

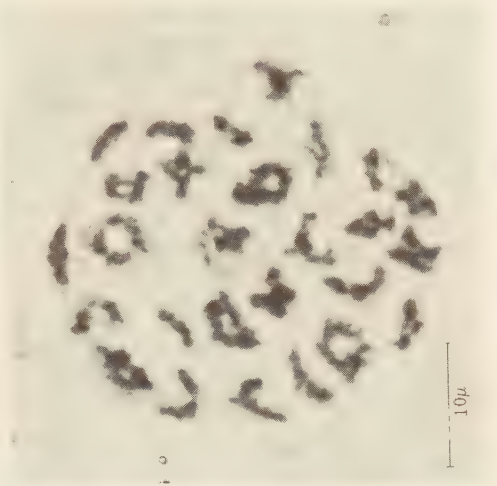


Abb. 26. *Helix dormitoris bosnica*, $n=27$, frühes Diakinesestadium.

nahe der Strasse nach Blagaj gefunden.

Die Gonaden der beiden untersuchten Tiere enthielten viele Reifeteilungen. Bei 48 von 60 untersuchten Kernen konnte ich 27 Tetraden feststellen, bei den andern 12 Kernen zählte ich viermal 28, viermal 26, dreimal 25 und einmal 24. Die Tetraden unterschieden sich in der relativen Grösse nicht sichtlich von denen von *Helix aspersa*. Was die Zahl der Chiasmata betraf, so hatte *Helix dormitoris* durchschnittlich mehr Bivalente mit mehreren Chiasmata. Das grösste Element erschien häufig als Ringbivalent, doch war ein kreuzförmiges Bivalent oft fast gleich gross, ähnlich wie bei *Helix aspersa*, aber nicht immer so deutlich (Abb. 26).

Helix (Helix) lucorum trapezuntis
(FORCART, 1963)

[=*Helix (Helicogena) moussoni*
boettgeri KOBELT, 1905]

Diese Unterart ist bisher nur von Trabzon (Trapezunt, Türkei) bekannt. Die Nominatform *Helix lucorum* soll in Südrussland, der Türkei und Zentralitalien vorkommen (GERMAIN, 1930).

Der Fundort liegt in einem kleinen

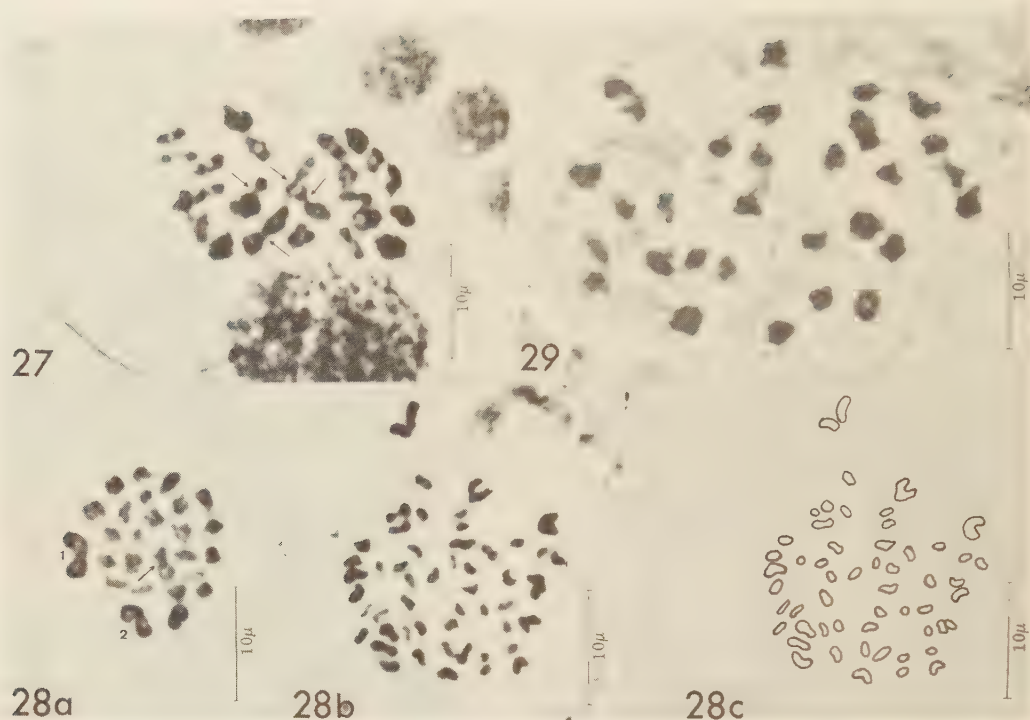


Abb. 27-29. Abb. 27. *Helix lucorum trapezuntis*, $n=27$, späte Diakinese bis Metaphase. Die Pfeile deuten auf Stellen, an denen Tetraden nahe zusammenstossen. Abb. 28. *Eobania vermiculata*, a) $n=27$, frühe Metaphase. Der Pfeil weist auf eine Überlagerung zweier Tetraden hin. b) $2n=54$, mitotische Metaphase. c) Zeichnung zum besseren Verständnis von b. Abb. 29. *Caucasotachea lenkoranea*, $n=30$, spätes Diakinesestadium.

Wald ca. 10 km östlich von Trabzon, 500 m von der Küste des Schwarzen Meeres entfernt. Das Tier wurde am 19. Juli 1962 fixiert.

Die 41 untersuchten Kerne dieses Individuums befanden sich hauptsächlich in der Metaphase der ersten Reifeteilung, nur 5 davon in Diakinesestadien. Bei den Metaphaseplatten, vor allem bei späten Stadien, kamen gelegentlich Chromosomenüberlagerungen vor. Deshalb zeigte die Chromosomenzahl bei relativ vielen Kernen eine leichte Abweichung (24-26 Elemente); 29 Platten enthielten jedoch eindeutig 27 Tetraden. Die Tetraden waren wie üblich der Grösse nach abgestuft (Abb. 27). Bei den wenigen Stadien, bei denen Chiasmata zu beobachten waren, stellte ich 4-6 Bivalente mit 2 Chiasmata und 3-4 kreuzförmige Bivalente pro Kern fest.

Eobania vermiculata
(O. F. MUELLER, 1774)

Diese Art ist in allen Mittelmeerlandern verbreitet, vor allem in den östlichen. Sie lebt vorwiegend auf Feldern, in Gärten und Weinbergen.

Im Juli 1961 erhielt ich 6 Exemplare, welche in Jugoslawien zwischen Golubovci und Plavnica, nördlich des Skutarisees gesammelt wurden. Alle Tiere enthielten wenig brauchbare Teilungsstadien. Im Ganzen konnte ich 34 Kerne untersuchen, hauptsächlich Metaphasestadien. Bei 23 Kernen zählte ich 27 Tetraden, die übrigen schienen bis 5 Elemente weniger zu haben. In der frühen Metaphase fielen häufig 1-2 besonders grosse, oft schleifenförmige Bivalente auf (Abb. 28a, 1, 2). Es könnte sich um Bivalente mit einem Chiasma in der Mitte und

TABELLE 1. Chromosomenzahlen verschiedener terrestrischer Gastropoden (ausser Helicidae)

Taxonomische Einheit	Fundort	Z	n	Anzahl d. Platten in RT. I.	2n	Anzahl d. Mitoseplatten
Stylommatophora						
Cochlicopidae						
<i>Cochlicopa lubrica</i>	Linthal Regensburg	2 } 5 }	26	19(24)	52	3(4)
Chondrinidae						
<i>Abida secale</i>	Gründelwald	3	30	4(4)	-	-
<i>Chondrina avenacea</i>	Klausenpass	6	30	11(13)	60	1(1)
<i>Chondrina similis</i>	Albenga (It.)	1	30	7(11)	60	1(3)
Enidae						
<i>Ena montana</i>	Linthal Ütliberg Klausenpass	1 1 1	24	14(15)	48	16(17)
<i>Ena obscura</i>	Baden	1	24	1(1)	48	27(39)
<i>Zebrina detrita</i>	Rüdlingen	2	24	28(28)	48	11(12)
Succineidae						
<i>Succinella oblonga</i>	Baden Baden	1 1	11 12	62(67) 21(28)	22 -	1(1) -
Endodontidae						
<i>Discus rotundatus</i>	Winterthur	1	29	30(31)	-	-
Zonitidae						
<i>Vitrea diaphana</i>	Baden	5	20	20(22)	-	-
Clausiliidae						
Cochlodininae						
<i>Cochlodina laminata</i>	Ütliberg Istein (D.)	1 } 1 }	24	6(7)	48	5(7)
Clausiliinae						
<i>Clausilia parvula</i>	Huttingen (D.)	6	24	13(17)	48	17(23)
<i>Iphigena ventricosa</i>	Baden Kerenzerberg	1 } 1 }	24	3(5)	48	33(51)
<i>Iphigena plicatula</i>	Zürich Klausenpass Baden	1 2 5	-	-	48	27(37)
<i>Laciniaria plicata</i>	Winterthur	3	24	4(4)	48	10(12)
Alopiinae						
<i>Delima itala</i>	Gandria	1	ca 30	12	ca 60	40
<i>Papillifera papillaris</i>	Roda de Bara (Sp.)	4	-	-	ca 60	6
Fusulinae						
<i>Graciliaria strobili</i>	Gandria	1	-	-	48	3(3)
Prosobranchia						
Pomatiasidae						
<i>Pomatias elegans</i>	Rabac-Labin (Ju.)	5	13	44(44)	-	-
<i>P. costulatus hyrcanus</i>	Shahi (Persien)	2	13	68(84)	26	5(5)
Cyclophoridae						
<i>Cochlostoma septemspirale</i>	Baden	1	13	21(25)	-	-

Z = Anzahl der untersuchten Tiere. RT. I. = Erste Reifeteilung. Die Zahlen der Kolonnen 5 und 7 geben an, wie viele Platten die Modalzahl zeigten; in Klammern ist das Total der geprüften Platten angegeben. It. = Italien; D. = Deutschland; Sp. = Spanien; Ju = Jugoslawien

Chiasmata an beiden Enden handeln. Ausserdem fand ich in 3 Tieren je eine zählbare Metaphaseplatte der Spermatogonienteilungen. Eine davon hatte ziemlich viele Chromosomenüberlagerungen, in ihr zählte ich 51 Chromosomen. Die beiden andern Platten enthielten je 54 Elemente (Abb. 28b, c).

Caucasotachea lenkoranea
(MOUSSON, 1863)

Zur Untersuchung kamen 3 Tiere aus Persien, welche etwa 20 km südlich von Shahi (nordöstlich von Teheran, in der Nähe der Küste des Kaspischen Meeres) gefunden wurden. Bei 2 Tieren fand ich keine analysierbaren Teilungsphasen. Das 3. enthielt wenigstens so viele Metaphaseplatten, dass ich die Chromosomenzahl $n=30$ mit einiger Sicherheit feststellen konnte. Ich untersuchte 34 Kerne, 20 davon enthielten 30 Bivalente. Die übrigen Zählungen ergaben häufig 28 oder 29, selten 24, 25 oder 31 Elemente. Keine der Tetraden war besonders gross. Chiasmata konnte ich zwar in einzelnen Kernen feststellen (Abb. 29), doch war ihre Verteilung häufig undeutlich.

CHROMOSOMENZAHLEN BEI
ANDEREN FAMILIEN

Ausser bei den untersuchten Vertretern der Helicidae stellte ich bei 18 Stylommatophoren anderer Familien und bei 3 Prosobranchiern die Chromosomenzahlen fest. Ich fasse die Ergebnisse in Tabelle 1. zusammen.

Bei den 4 Clausiliiden *Cochlodina laminata*, *Clausilia parvula*, *Iphigena ventricosa* und *I. plicatula* bestätige ich damit die Befunde THALERs (1963). Die Angabe ANKELs (1925) $n=12-13$ für *Cochlostoma septemspirale* (Cyclophoridae) präzisiere ich auf $n=13$.

Besonders erwähnenswert ist das Ergebnis der Zählungen an *Succinella oblonga*. Ich untersuchte 2 Tiere aus einem Buchenwald westlich von Baden (Aargau). Eines der Tiere enthielt 62 Kerne in Diakinese oder Metaphase-

stadien, alle hatten 11 Bivalente. Bei 5 weiteren Kernen schienen es 10-12 Elemente zu sein. Die einzige mitotische Metaphase hatte 22 Chromosomen. Der Befund lässt auf die haploide Zahl 11 schliessen. Im andern Tier fand ich 21 Kerne mit 12 Bivalenten, 7 andere Kerne schienen 10 und 11 Bivalente zu enthalten oder waren nicht eindeutig. Hier ist die Modalzahl 12. Dieses Resultat ist doppelt überraschend: Erstens kommt es in meinem Material sonst nirgends vor, dass Tiere derselben Population verschiedene Chromosomenzahlen aufweisen. Zweitens weichen die Chromosomenzahlen von denen der andern Succineiden stark ab (Tab. 3). Sollte sich durch spätere Untersuchungen die Zahl $n=11$ als die normale von *Succinella oblonga* erweisen, so wäre eine Verbindung zu *Succinea putris* mit $n=22$ durch Polyploidie denkbar. Parallelfälle sind bei Basommatophoren bekannt (BURCH, 1960a; BURCH, BASCH & BUSH, 1960).²

DIE BEDEUTUNG DER
CHROMOSOMENVERHÄLTNISSE
FÜR DIE TAXONOMIE DER
GASTROPODEN

HUSTED & BURCH (1946) wiesen als erste auf die deutliche Trennung von Basommatophoren mit niedriger und Stylommatophoren mit höherer Chromosomenzahl hin und schlossen daraus auf eine Zunahme der Chromosomen im Lauf der progressiven Evolution. INABA (1959a) erklärte diese Zunahme durch Fragmentation. Auf Grund seiner Untersuchungen an Bradybaeniden schlug INABA eine Revision der Systematik überall dort vor, wo innerhalb einer Gattung verschiedene Chromosomenzahlen auftreten.

²Nach Abschluss dieser Arbeit stellten BUTOT & KIAUTA (1964) an holländischen Tieren von *Succinella oblonga* $n=12$ und $2n=24$ fest. Ausserdem sind von BURCH (1964) an anderen Succineiden sehr niedrige Chromosomenzahlen ($n=5$ und 6) nachgewiesen worden.

TABELLE 2. Chromosomenzahl und Evolution*

Taxonomische Einheit	n
UKl. Prosobranchia	7-18
UKl. Opisthobranchia	12-18
UKl. Pulmonata	
O. Basommatophora	15-19
O. Stylommatophora	20-34**

*nach BURCH(1961),ergänzt und abgeändert

**Ausnahme Succineiden, siehe Tab. 3.

BURCH (1961) griff den Zusammenhang zwischen Chromosomenzahl und Evolution wieder auf und fasste die bisherigen Kenntnisse zusammen (Tab. 2).

Die höchsten Chromosomenzahlen, meist 30 oder mehr, kommen bei den hochevoluierten Nacktschnecken vor. BURCH besprach in derselben Arbeit auch den Wert der Chromosomenzahl für die Systematik. Er zeigte, dass sie bei den Basommatophoren mit wenigen Ausnahmen kein brauchbares Artmerkmal ist. Beim Vergleich höherer taxonomischer Einheiten aber kann sie von grösster Wichtigkeit für die Systematik sein.

Für die folgenden Vergleiche und Betrachtungen ziehe ich ausser meinen

eigenen Beobachtungen die von PERROT (1938), INABA (1959 a, b, c), BEESON (1960), und BURCH (1960a,b; 1961) hinzu, sowie einige Angaben aus MAKINO(1951).

Von den insgesamt 161 chromosomal bekannten Arten der Stylommatophora habe ich die Verteilung der Chromosomenzahlen von 136 Arten in den verschiedenen Familien dargestellt (Tab. 3). Weggelassen habe ich alle Familien, von denen weniger als 3 Species zytologisch untersucht sind. Bei diesen 136 Arten liegen die Chromosomenzahlen (n) von 119 Arten zwischen 20 und 30. Jede dieser Zahlen ist mehreren Arten verschiedener Familien oder Unterfamilien eigen. So scheint zunächst die Chromosomenzahl auch bei Stylommatophoren für systematische Zwecke unbrauchbar zu sein.

Beim Vergleich verschiedener Familien (Tab. 3) fallen die Chondrinidae, Enidae, Bradybaenidae und Polygyridae durch einheitliche Chromosomenzahlen auf. Dagegen zeigen die übrigen Familien heterogene Chromosomenzahlen, was in besonders starkem Mass für die Helicidae gilt.

Innerhalb der untersuchten Unterfamilien ist die Chromosomenzahl manchmal einheitlich (Clausiliinae, Alopinae, Tab. 1) oder sie differiert um nur 1-3 Chromosomen (Hygromiinae, Helici-

TABELLE 3. Verteilung der Chromosomenzahlen in den verschiedenen Familien der Stylommatophoren. Die Zahlen bedeuten die Anzahl der untersuchten Arten

Familien	Chromosomenzahlen (n)																		
	5	6	12	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Chondrinidae																		3	
Enidae											6								
Clausiliidae											11					2		2	
Succineidae	1	1	1	1	3	1			1	3									
Arionidae													1	2			2	1	
Endodontidae																	1		2
Limacidae												2						4	3
Milacidae																			
Polygyridae													2				16	1	1
Bradybaenidae																	9	8	
Helicidae									1	4	7	1	3	7	10	1	3	5	

goninae; Tab. 4) oder es kommen grössere Abweichungen vor wie bei den Helicellinae und Helicinae (Tab. 4). Verschiedene Gattungen der selben Unterfamilie lassen sich trotz gleicher Chromosomenzahl zytologisch unterscheiden, wenn andere Merkmale des Chromosomensatzes charakteristisch sind (z.B. *Eumophalia* und *Trichia*, s.S. 348-349). Das trifft aber nicht immer zu (*Monacha* und *Cochlicella*, s.S.367, Helicellinae).

TABELLE 4. Chromosomenzahlen der bisher untersuchten Helicidae

Taxonomische Einheit	n
Helicellinae	
Tribus Helicelleae	
<i>Candidula unifasciata</i>	27*
<i>Helicella obvia</i>	26
<i>H. itala</i>	26*
<i>Trochoidea cretica</i>	26*
<i>Cochlicella acuta</i>	23
Tribus Monacheae	
<i>Monacha cantiana</i>	23*
<i>M. cartusiana</i>	23
Hygromiinae	
<i>Perforatella incarnata</i>	24
<i>Trichia unidentata</i>	23*
<i>T. villosa</i>	23*
<i>T. sericea</i>	23*
<i>Eumophalia arpatschaina</i>	23*
<i>Hygromia cinctella</i>	21
Helicodontinae	
<i>Helicodonta obvoluta</i>	27*
Helicigoninae	
<i>Helicigona (Arianta) arbustorum</i>	30
<i>H. (Chilostoma) achates rhaetica</i>	30*
<i>H. (Helicigona) lapidica</i>	29
<i>H. (Liburnica) setosa</i>	29*
<i>H. (Dinarica) pouzolzi</i>	29*
<i>Isognomostoma isognomostoma</i>	30*
<i>I. holosericum</i>	30*
Helicinae	
<i>Eobania vermiculata</i>	27*
<i>Helix (Helix) pomatia</i>	27
<i>H. (H.) dormitoris</i>	27*

Tabelle 4 (Forts.)

Taxonomische Einheit	n
<i>H. (H.) lucorum trapezuntis</i>	27*
<i>H. (Cryptomphalus) aspersa</i>	27
<i>H. aperta</i>	27
<i>H. cincta</i>	27
<i>H. melanostoma</i>	27
<i>Pseudotachea litturata</i>	22
<i>Cepaea nemoralis</i>	22
<i>C. hortensis</i>	22, 30*
<i>C. silvatica</i>	25
<i>C. vindobonensis</i>	25
<i>Archelix dupotetiana</i>	26
<i>A. hieroglyphicula</i>	26
<i>A. punctata</i>	26
<i>Euparypha pisana</i>	28*
<i>Caucasotachea lenkoranea</i>	30*

Die mit* versehenen Zahlen sind neu ermittelt worden, die übrigen übernahm ich von PERROT (1938) und MAKINO (1951).

Gattungen weisen in den meisten Fällen homogene Chromosomenzahlen auf: *Helix*, *Trichia*, *Helicella* (Tab. 4), *Ena* (Tab. 1), *Agriolimax* (4 Species mit 30 Chromosomen; BEESON, 1960). Wo verschiedene Zahlen innerhalb einer Gattung auftreten, ist diese meistens in Untergattungen unterteilt: *Helicigona* (Tab. 4), *Arion* (5 Untergattungen mit 4 verschiedenen Chromosomenzahlen; BEESON, 1960).

Arten der selben Gattung (oder Untergattung) haben bei Stylommatophoren gleiche Chromosomenzahlen. Ausnahmen sind die 3 von BEESON (1960) untersuchten *Milax*-Arten (33, 33 oder 34, 34 Chromosomen) und die Arten der Gattung *Cepaea*, von denen noch die Rede sein wird.

Die einzige Familie, bei der sich mehrere Arten mit Hilfe der Chromosomenzahl eindeutig unterscheiden lassen, ist die Familie Viviparidae (Prosobranchia). Ihre 3 europäischen Vertreter weisen die haploiden Chromosomenzahlen 7, 9 und 10 auf (RAINER, 1963). Interessant sind solche Unterscheidungsmöglichkeiten vor allem dann,

wenn morphologische Merkmale nicht oder schwer verwendbar sind. Dastrifft aber hier nicht zu.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Befunde über Chromosomenzahlen die heutige Klassifizierung der Stylommatophora unterstützen.

BESPRECHUNG DER HELICIDAE

Betrachten wir nun die Helicidae etwas genauer, und vergleichen wir deren Chromosomenverhältnisse unter Beachtung der Systematik.

Helicellinae

Candidula unifasciata (n=27) unterscheidet sich von den übrigen Helicellen (n=26) in Bezug auf Chromosomenzahl und besondere Merkmale des Chromosomensatzes. *Candidula* hat 1 grosses und 4 besonders kleine Bivalente, während die *Helicella*-Arten 3 grosse, aber keine kleinen Elemente enthalten. Die heutige Einteilung in verschiedene Gattungen ist also auch vom zytologischen Standpunkt aus gerechtfertigt. Die *Helicella*-Arten lassen sich auf Grund des Chromosomenbildes nicht unterscheiden, ebensowenig wie die beiden Arten der Gattung *Monacha* (n=23).

Die von PERROT (1938: Fig. 11b) untersuchte *Cochlicella acuta* gleicht in Zahl (n=23) und Aussehen der Chromosomen den beiden *Monacha*-Arten: Alle Platten enthalten 3-4 besonders grosse und 4-5 sehr kleine Elemente. Die Unterteilung der Unterfamilie in die Tribus Helicelleae und Monacheae ist durch die verschiedenen Chromosomenzahlen gerechtfertigt. Nach dem Karyotyp beurteilt müsste *Cochlicella acuta* aber dem Tribus Monacheae zugeteilt werden.

Hygromiinae

Bei den 3 von mir untersuchten *Trichia*-Arten (n=23) konnte ich keine Unterschiede im Chromosomenbestand finden. Der Vertreter der Gattung *Euomphalia* (n=23) hingegen unter-

scheidet sich trotz gleicher Chromosomenzahl von *Trichia* dadurch, dass nur 2 statt 3-4 Elemente des Satzes grösser sind als die übrigen. *Hygromia cinctella* (PERROT, 1938) weicht mit n=21 von den übrigen Hygromiinae (n=23 und 24) auffallend ab. Nach PERROT sind 2 der 21 Chromosomen grösser als die übrigen. Es wäre denkbar, dass diese grossen Elemente aus mehreren kleinen Chromosomen zusammengesetzt wären, wie das BALTZER (1913) für *Cepaea hortensis* annahm (s.S.368), sodass der Chromosomensatz den übrigen der Familie entspräche.

Helicodontinae

Da die Unterfamilie bei uns nur eine Art enthält, lässt sich nichts über die Helicodontinae als Ganzes sagen. Ich vergleiche *Helicodonta* (n=27) mit den anderen Heliciden gleicher Chromosomenzahl. *Helicodonta* hat mehr Bivalente mit einem Chiasma und die Grössenunterschiede innerhalb eines Chromosomensatzes sind kleiner als bei *Helix* und *Eobania*. Ausserdem fällt bei diesen beiden Gattungen meistens ein Chromosom durch besondere Grösse auf, bei *Helicodonta* nicht.

Helicigoninae

Von dieser Unterfamilie untersuchte ich 2 Gattungen, wobei von der Gattung *Helicigona* 5 Untergattungen geprüft wurden. Diese Unterteilung spiegelt sich in den Chromosomenverhältnissen. Die Vertreter der Gattung *Helicigona* zeigen 2 verschiedene Chromosomenzahlen. Auch die Chromosomensätze gleicher Zahl lassen sich unterscheiden:

H. (Arianta) arbustorum (n=30) enthält ein grosses Element und viele Bivalente mit 2 Chiasmata.

H. (Chilostoma) achates (n=30) hat kein merklich grösseres Chromosom und nur etwa halb so viele Bivalente mit 2 Chiasmata.

H. (Helicigona) lapicida (n=29) weist wenig Bivalente mit 2 Chiasmata auf; der Grössenunterschied zwischen dem grössten und kleinsten Chromosom ist

beträchtlich.

H. (Dinarica) pouzolzi (n=29) enthält zwar ungefähr gleich viele Ringbivalente wie *H. lapicida*, aber etwa doppelt so viele kreuzförmige Bivalente. Der Grössenunterschied ist geringer.

H. (Liburnica) setosa (n=29) hat doppelt so viele Ringbivalente wie die beiden vorigen Arten, ausserdem ist eines davon besonders gross.

Die Spermatocyten von *Isognomostoma holosericum* (n=30) enthalten ein grosses kreuzförmiges Bivalent und nur 1-2 kleine Ringbivalente und unterscheiden sich dadurch deutlich von den *Helicigona*-Kernen mit 30 Bivalenten.

Helicinae

Die zytologisch untersuchten Arten dieser Unterfamilie gehören alle demselben Tribus, Heliceae, an. Trotzdem sind sie in Bezug auf die Chromosomenzahl weniger einheitlich als die Vertreter der anderen Unterfamilien.

Wir treffen 6 verschiedene Chromosomenzahlen zwischen 22 und 30 an. Homogenität zeigt die Gruppe *Helix-Eobania* mit 27 Chromosomen. Soweit ich die Chromosomen selbst untersuchte, konnte ich zwischen den einzelnen *Helix*-Arten immerhin geringe Unterschiede finden: *H. aspersa* und *H. dormitoris* unterscheiden sich durch ein grosses kreuzförmiges Bivalent von *H. lucorum*. *H. dormitoris* ihrerseits ist an der grossen Zahl von Ringbivalenten zu erkennen. Ich teile deshalb PERROTS (1938: 556) Meinung nicht, der die Unterteilung in Untergattungen als "reichlich künstlich" betrachtete. Die 2. einheitliche Gruppe umfasst 3 *Archelix*-Arten mit 26 Chromosomen (PERROT, 1938). Die 3. Gruppe wird vom heterogenen *Pseudotachea*-*Cepaea*-Komplex gebildet.

Eine bereits erwähnte Besonderheit zeigt die Gattung *Cepaea*, von der 2 Species 22 Bivalente und 2 andere 25 Bivalente enthalten. Bei *C. nemoralis* und *C. hortensis* ist eines der 22 Bivalente viel grösser als die übrigen (vergl. PERROT, 1938; BALTZER, 1913; KLEINERT, 1909). BALTZER

nahm an, dass das grosse Chromosom einigen kleinen entspräche. Diese These stützte er durch 2 Beobachtungen:

1. Ein durch Selbstbefruchtung entstandenes Exemplar von *C. hortensis* enthielt neben typischen Kernen auch solche mit 24 bis 26 Elementen, aber ohne grosse Tetrade.

2. Ein Exemplar von *C. nemoralis* aus Bern enthielt nur Spermatocyten mit 28 bis 29 Bivalenten, wobei alle etwa die gleiche Grösse zeigten.

Zu diesen Beobachtungen kann ich eine weitere hinzufügen:

Bei den von mir untersuchten *Cepaea hortensis*-Tieren vom Klausenpass betrug die Chromosomenzahl ausnahmslos 30. Kein Chromosom war besonders gross. Es handelt sich offenbar um eine Lokalform und es wäre interessant zu untersuchen, ob neben den von mir gefundenen Tieren auch solche mit 22 Chromosomen vorkommen, ferner wie weit die Lokalform verbreitet ist und ob sich die beiden Formen von *C. hortensis* kreuzen lassen. Die gleichen Fragen gelten für den Berner Fundplatz von *C. nemoralis* (n=28-29). Der von BALTZER postulierte Zerfall des grossen Chromosoms verleitet zur Annahme, dass die beiden *Cepaea*-Arten mit 25 Chromosomen auf diese Weise entstanden wären. Dagegen spricht der Befund an *C. sylvatica*, in deren Karyotyp eines von 25 Chromosomen wesentlich grösser ist als die übrigen. Bei *C. vindobonensis* hingegen sind alle 25 Chromosomen regelmässig abgestuft. Da verschiedene Chromosomenzahlen innerhalb derselben Gattung bei Stylomatophoren von grösster Seltenheit sind, schlage ich vor, die Gattung *Cepaea* in 2 Untergattungen aufzuteilen. Zur einen gehören *C. nemoralis* und *C. hortensis* mit 22, zur anderen *C. vindobonensis* und *C. silvatica* mit 25 Chromosomen.

Von den beiden letzten Gattungen, *Euparypha* (n=28) und *Caucasotachea* (n=30), standen mir nur je eine Art zur Verfügung, sodass eine Aussage über Zusammenhänge zytologischer Art unmöglich ist.

Die Tiere aus Jugoslawien, Persien

und der Türkei zeigten im Vergleich mit verwandten europäischen Arten keine chromosomalen Besonderheiten.

LITERATUR

- ANKEL, W. E., 1925, Spermatozoen-dimorphismus bei *Cochlostoma septemspirale* (RAZ.). *Senckenbergiana*, 7: 235-238.
- BALTZER, F., 1913, Über die Chromosomen der *Tachea hortensis*, *T. austriaca* und der sogenannten einseitigen Bastarde *T. hortensis* und *T. austriaca*. *Arch. Zf.*, 11: 151-168.
- BEESON, G. E., 1960, Chromosome numbers of slugs. *Nature*, 186: 257-258.
- BOETTGER, C. R., 1921, Über freilebende Hybriden der Landschnecken *Cepaea nemoralis* L. und *Cepaea hortensis* Müll. *Zool. Jb.*, 44: 297-336.
- BURCH, J. B., 1959, Chromosomes of aquatic pulmonate snails (Basommatophora). *Amer. malacol. Un. ann. Rept.* 1958, 25: 9-10.
- 1960a, Chromosomes of *Gyraulus circumstriatus*, a freshwater snail. *Nature* 186: 497-498.
- 1960b, Chromosome morphology of aquatic pulmonate snails. *Trans. Amer. microsc. Soc.*, 79: 451-461.
- 1960c, Chromosome numbers of schistosome vector snails. *Z. Tropenmed. u. Parasitol.*, 11: 449-452.
- 1961, The chromosomes of *Planorbarius corneus* (Linnaeus), with a discussion on the value of chromosome numbers in snail systematics. *Basteria*, 25: 45-52.
- 1964, Chromosomes of the succineid snail *Catinella rotundata*. *Occ. Paps. Mus. Zool., Univ. Michigan*, Nr. 638: 1-8.
- 1965, Chromosome numbers and systematics in euthyneuran snails. *Proc. first Europ. malac. Congr.* 1962: 215-241. *Conch. Soc. Great Brit. & Ireland and Malacol. Soc. London*.
- BURCH, J. B., BASCH, P. F. & BUSH, L. L., 1960, Chromosome numbers in ancylid snails. *Rev. Portug. Zool. Biol. ger.*, 2: 199-204.
- BUTOT, L. J. M. & KIAUTA, B., 1964, Voorlopig rapport over de chromosomen van vier Nederlandse succineiden. *Corresp. Ned. Malacol. Ver.*, 111: 1163-1164.
- EHRMANN, P., 1933, Mollusca. In: *Die Tierwelt Mitteleuropas II*. Verl. Quelle & Meyer, Leipzig, 264 S.
- FORCART, L., 1963, *Helix (Helix) lucorum trapezuntis* nom. nov. für *Helix (Helicogena) moussoni* var. *boettgeri* KOBELT, 1905. *Arch. Moll.*, 92: 79.
- GERMAIN, L., 1930, Mollusques terrestres et fluviatiles, I. Faune de France 21. Lechevalier, Paris, 477 S.
- HUSTED, L. & BURCH, P. R., 1946, The chromosomes of polygyrid snails. *Amer. Natur.* 80: 410-429.
- INABA, A., 1950, Chromosome numbers in some pulmonate molluscs. *Jap. Genetics*, 25: 58-59.
- 1953, Cytological studies in molluscs. I. Chromosomes in basommatophoric Pulmonata. *J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1*, 14: 221-228.
- 1959a, Cytological studies in molluscs. II. A chromosome survey in the stylommatophoric Pulmonata. *Ibid.*, Ser. B, Div. 1, 18: 71-94.
- 1959b, Cytological studies in molluscs. III. A chromosome survey in the opisthobranchiate Gastropoda. *Annot. Zool. Jap.* 32: 81-88.
- 1959c, On the chromosomes of a nudibranch gastropod, *Dendrodoris nigra*. *J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1*, 18: 71-94.
- JAECKEL, S. G. H. & ZILCH, A., 1962, In: *Die Tierwelt Mitteleuropas II*. Ergänzung. Verl. Quelle & Meyer, Leipzig, 294 S.
- KLEINERT, M., 1909, Die Spermatogenese von *Helix (Tachea) nemoralis* und *hortensis*. *Jena. Z. Nat.-w.*, 45: 445-498.
- LANG, A., 1908, Über die Bastarde von *Helix hortensis* Müller und *Helix nemoralis* L. *Festschr. f. E. Häckel*,

- Jena. 120 S.
- LE CALVEZ, J. & CERTAIN, P., 1950, Données caryologiques sur quelques Pulmonés basommatophores. Comptes rend. Acad. Sci., 231: 794-795.
- MAKINO, S., 1951, Chromosome numbers in animals. The Iowa State Coll. Press, XXVIII+260 S.
- MELANDER, Y. & WINGSTRAND, K. G., 1953, Gomori's haematoxylin as a chromosome stain. Stain Techn., 28: 217-223.
- NISHIKAWA, S., 1962, A comparative study of the chromosomes in marine gastropods, with some remarks on cytotaxonomy and phylogeny. J. Shimonoseki College Fisheries, 11(3): 149-186.
- PERROT, J. L., 1930, Chromosomes et Hétérochromosomes chez les Gastéropodes Pulmonés. Rev. Suisse Zool., 37: 397-434.
- , 1934, A propos du nombre des chromosomes dans les deux lignées germinales du gastéropode hermaphrodite *Limnaea stagnalis*. Rev. Suisse Zool., 41: 693-697.
- PERROT, M., 1938, Etude de cytologie comparée chez les Gastéropodes Pulmonés. Rev. Suisse Zool., 45: 487-566.
- RAINER, M., 1963, Vergleichende Chromosomenmessungen an *Viviparus*-Arten (Prosobranchia). Arch. Jul. Klaus-Stiftg., 38: 61-68.
- STAIGER, H., 1950a, Chromosomenzahl-Varianten bei *Purpura lapillus*. Experientia 6(2): 54-56.
- , 1950b, Chromosomenzahlen stenoglosser Prosobranchier. Ibid. 6(4): 140-145.
- , 1954, Der Chromosomendimorphismus bei *Purpura lapillus* (Prosobr.) in Beziehung zur Ökologie der Art. Chromosoma, 6: 419-478.
- THALER, E., 1963, Beiträge zur Cytologie der Clausiliidae (Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). Anzeiger der math.-naturw. Klasse der Österr. Akad. d. Wissensch., 1963: (12): 269-287.
- WENZ, W. & ZILCH, A., 1959/60, In: Handbuch der Paläozoologie, 6/II Borntraeger, Berlin, XII+ 834 S.
- WHITE, J. J. D., 1954, Animal cytology and evolution. Cambridge Univ. Press, XIV + 454 S.

ABSTRACT

CYTOLOGICAL STUDIES OF GASTROPODS (STYLOMMATOPHORA)

M. Rainer

The chromosome numbers of 33 stylommatophoran snails and 2 prosobranch snails have been determined and those of 8 helicid snails, 4 clausiliids and 1 prosobranch snail were confirmed.

The newly determined numbers (n) are: *Pomatias elegans*, *P. costulatus*, 13; *Cochlicopa lubrica*, 26; *Abida secale*, *Chondrina avenacea*, *C. similis*, 30; *Ena montana*, *E. obscura*, *Zebrina dendrita*, 24; *Succinella oblonga*, 11 and 12; *Discus rotundatus*, 29; *Vitrea diaphana*, 20; *Laciniaria plicata*, 24; *Delima itala*, *Papillifera papillaris*, 30; *Graciliaria strobili*, 24; *Candidula unifasciata*, 27; *Helicella itala*, *H. cretica*, 26; *Monacha cantiana*, 23; *Trichia unidentata*, *T. sericea*, *T. villosa*, *Euomphalia arpatschaina*, 23; *Helicodonta obvoluta*, 27; *Helicigona achates*, 30; *H. pouzolzi*, *H. setosa*, 29; *Isognomostoma isognomostoma*, *I. holosericum*, 30; *Euparypha pisana*, 28; *Helix dormitoris*, *H. lucorum*, 27; *Eobania vermiculata*, 27; *Caucasotachea lenkoranea*, 30.

Species from Yugoslavia, Persia and Turkey did not show any chromosomal differences from related European species.

The relation of chromosome numbers to systematics was examined: within some families (Chondrinidae, Enidae, Bradybaenidae) chromosome numbers were uniform while in others, especially in the Helicidae they varied considerably. Within the helioid subfamilies they may either be equal, or differ by only 1-3, or show larger differences, as in the Helicinae and Helicellinae. Within a single genus the chromosome number is mostly constant; when there is divergence, the genus usually is also divided into subgenera.

The Helicidae were examined with special attention to size of chromosomes and distribution of chiasmata. The division of the subfamily Helicellinae into the tribes Helicelleae and Monacheae is supported by karyotype differences, but, by these criteria, *Cochlicella acuta* should be assigned to the Monacheae. In species of genera or subgenera that have equal chromosome numbers, the chromosome sets can usually be distinguished (Helicigoninae) by the above cytological features. In the Helicinae, *Cepaea* forms an exception in that 2 chromosome numbers, 22 and 25, occur within the same genus. BALTZER (1913) suggested that the conspicuously large chromosome observed in the species with $n=22$ (*C. nemoralis* and *C. hortensis*) might have fragmented into several smaller chromosomes in *C. vindobonensis* ($n=25$). His theory might apply to that species, but not to *C. sylvatica* ($n=25$) where I also found a very large chromosome. On a cytological basis, a division of the genus *Cepaea* into 2 subgenera would seem appropriate. In addition a local form of *C. hortensis*, with 30 instead of 22 chromosomes, was also discovered.

In a population of *Succinella oblonga*, 2 different chromosome numbers were found ($n=11$ and 12).

In general, the cytological findings correlate well with the modern classification of the Stylommatophora.

RESUMEN

ESTUDIOS CITOLOGICOS DE GASTROPODOS (STYLOMMATOPHORA)

M. Rainer

Se ha determinado el número cromosómico de 33 gastrópodos y 2 prosobranquios, y confirmado el de otros 8 helicidos, 4 clausilidos y un prosobranquio.

Los números determinados ahora son: *Pomatias elegans*, *P. costulatus* 13; *Cochlicopa lubrica* 26; *Abida secale*, *Chondrina avenacea*, *C. similis* 30; *Ena montana*, *E. obscura*, *Zebrina dendrita* 24; *Succinella oblonga* 11 y 12; *Discus rotundatus* 29; *Vitrea diaphana* 20; *Laciniaria plicata* 24; *Delima itala*, *Papillifera papillaris* 30; *Graciliara strobili* 24; *Candidula unifasciata* 27; *Helicella itala*, *H. cretica* 26; *Monacha cantiana* 23; *Trichia unidentata*, *T. sericea*, *T. villosa*, *Euomphalia arpatschiana* 23; *Helicodonta obvoluta* 27; *Helicigona achates* 30; *H. pouzolzi*, *H. setosa* 29; *Isognomostoma isognomostoma*, *I. holocericum* 30; *Euparypha pisana* 28; *Helix dormitoris*, *H. lucorum* 27; *Eubania vermiculata* 27; *Caucasothacha lenkoranea* 30.

Especies de Yugoslavia, Turquía y Persia, no mostraron diferencia cromosómica con otras europeas relacionadas.

La relación entre el número cromosómico y la sistemática fué examinada dentro de algunas familias (Chondrinidae, Enidae, Bradybaenidae) en las que los números eran uniformes, mientras que en otros, especialmente los Helicidae, variaron considerablemente. Entre las subfamilias de Helicidae el número puede ser igual o diferir sólo por 1-3, y también mostrar grandes diferencias como en los Helicininae y Helicellinae.

En un mismo género el número tiene mayor constancia, y cuando existe divergencia, esta generalmente se muestra en la división subgenérica.

Se ha prestado especial atención al tamaño de los cromosomas y distribución de los quiasmas (torsión espiral) en los Helicidae. La división de la subfamilia Helicellinae en las tribus Helicellae y Monachae se mantiene por diferencias del karotipo, pero bajo este criterio *Cochlicella acuta* debe ser asignada a los Monachae. En especies de géneros o subgéneros que tienen igual número de cromosomas, el juego puede distinguirse generalmente (Helicigoninae) por los aspectos citológicos recién mencionados. En los Helicinae, *Cepaea* es una excepción, porque los números 22 y 25 ocurren dentro de un mismo género. Baltzer (1913) sugirió que los grandes cromosomas observados en las especies con $n=22$ (*C. nemoralis* y *C. hortensis*), pueden tener varios cromosomas fragmentados en *C. vindobonensis* ($n=25$); su teoría puede aplicarse a esas especies, pero no a *C. sylvatica* ($n=25$) en la cual he encontrado también un cromosoma muy largo. Una división del género *Cepaea* en dos subgéneros, basados en la citología, parece ser apropiada. Adicionalmente, una forma local de *C. hortensis*, con 30 en lugar de 25 cromosomas, fue descubierta. En una población de *Succinella oblonga*, se observaron números diferentes ($n=11$ y 12).

En general, los resultados citológicos correlacionan bien con la clasificación moderna de los Stylommatophora.

АБСТРАКТ

ЦИТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ GASTROPODA (STYLOMMATOPHORA)

М. Рейнер

Определялось число хромосом у 33 видов Stylommatophora и двух видов Prosobranchia; у 8 видов Хелицид, у 4 видов Клаузилиид и у 1 вида Prosobranchia число хромосом было подтверждено. Вновь определенное количество хромосом (n) у различных видов оказалось следующим: *Pomatias elegans*, *P. costulatus* 13; *Cochlicopa lubrica* 26; *Abida secale*, *Chondrina avenacea*, *C. similis* 30; *Ena montana*, *E. obscura*, *Zebrina dendrita* 24; *Succinella oblonga* 11 и 12; *Discus rotundatus* 29; *Vitrea diaphana* 20; *Lacinararia plicata* 24; *Delima itala*, *Papillifera papillaris* 30; *Graciliaria strobili* 24; *Candidula unifasciata* 27; *Helicella itala*, *H. cretica* 26; *Monaca cantiana* 23; *Trichia unidentata*, *T. sericea*, *T. villosa*, *Euomphalis arpatschaina* 23; *Helicodonta obvoluta* 27; *Helicigona achates* 30; *H. pouzolzi*, *H. setosa* 29; *Isognomostoma isognomostoma*, *I. holosericum* 30; *Euparypha pisana* 28; *Helix dormitoris*, *H. lucorum* 27; *Eobania vermiculata* 27; *Caucasotachea lenkoranea* 30.

Виды из Югославии, Персии и Турции не имели отличий в количестве хромосом от родственных им видов.

Исследовалось соотношение количества хромосом с систематическим положением моллюсков. В некоторых семействах (Chondrinidae, Enidae, Bradybaenidae) число хромосом было одинаково, в то время, как у других, особенно у Helicidae, оно значительно изменялось. В подсемействах семейства Helicidae оно или одинаково или различается на 1-3, или же - больше (как у Helicinae и Helicellinae). Внутри одного рода число хромосом большей частью постоянно; если имеются различия, то обычно род распадается на подрода. Сем. Helicinidae было исследовано,

уделяя особое внимание размерам хромосом и распределению хиазма. Деление подсемейства *Helicellinae* на трибы *Helicellae* и *Monacheae* подтверждается различиями кариотипов; в соответствии с этими критериями *Cochlicella acuta* следует отнести к *Monacheae*. У видов родов или подродов, имеющих одинаковое число хромосом, наборы их обычно могут различаться (*Helicigoniinae*) по указанным выше цитологическим признакам. У *Helicinae Cepaea* является исключением, поскольку у одного и того же рода встречаются 2 набора хромосом ($n=22$ и 25).

Бальтцер (1913) предполагал, что более крупные хромосомы, которые наблюдаются у видов с 22 хромосомами (*C. nemoralis* и *C. hortensis*) могут разделиться на несколько более мелких (как у *C. vindobonensis*, где $n=25$). Эта теория может быть применена к указанным видам, но не к *C. sylvatica* ($n=25$), у которой хромосомы также очень крупные. Судя по цитологическим данным, род *Cepaea* можно разделить на 2 подрода. Кроме того, была обнаружена локальная форма *C. hortensis* с 30 хромосомами, вместо 22.

В популяции *Succinella oblonga* было обнаружено 2 набора хромосом ($n=11$ и 12).

В общем, найденные цитологические данные хорошо коррелируются с современной классификацией *Stylommatophora*.

Curriculum Vitae

MARTIN ANDREAS RAINER, geboren am 13. März 1928 in Berlin als italienischer Staatsangehöriger aus Bozen. Meine erste Kindheit verbrachte ich in Dresden, Deutschland, wo ich die ersten vier Schuljahre absolvierte. Seit 1939 lebe ich in Zürich, wo ich die beiden letzten Primarklassen, die Sekundarschule und die Kantonale Oberrealschule besuchte, die ich im Jahre 1948 mit der Maturitätsprüfung Typus C abschloss. Anschliessend studierte ich bis 1952 Biologie an der Abt. X der E.T.H. Ich besuchte die Vorlesungen und Kurse der Herren Professoren SEILER, BOVEY, FREY-WYSSLING, GÄUMANN, JAAG, SCHERRER, BURRI, NIGGLI, STAUB, LINDER, PFLUGER, PRELOG und TREADWELL. Im Jahre 1952 heiratete ich und arbeitete während sieben Jahren bei Herrn Prof. Dr. J. SEILER als technischer Assistent. Im Frühjahr 1960 schrieb ich mich an der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich ein und begann unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. H. BURLA meine Dissertation. Daneben besuchte ich Vorlesungen und Kurse bei den Herren Professoren HADORN, BURLA, CHEN, HEDIGER, WANNER, HELBLING, GROB und SLOWIK. Zur gleichen Zeit war ich an verschiedenen Mittelschulen als Vikar und Hilfslehrer tätig; seit 1961 bin ich Hilfslehrer an der Abt. IV der Töchterschule der Stadt Zürich.

